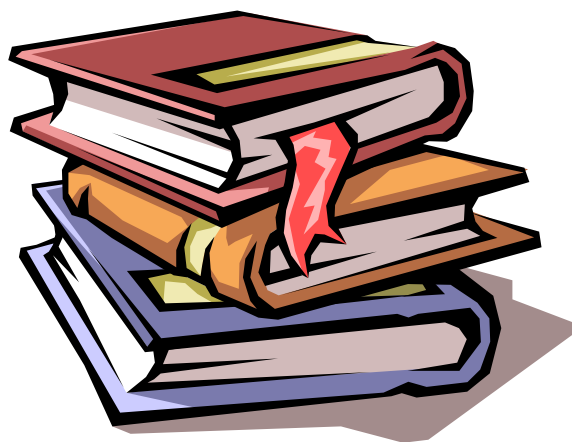


**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА
ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
НАВОИЙ КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ КОМБИНАТИ
НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ**

**Б. Х. Шойматов
М. Саъдуллаев
А. И. Қаршибоев**

РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКА
**(Олий ўқув юртларининг электроэнергетика йўналиши
талабалари учун ўқув қўлланма)**



Навоий – 2010 й.

УДК 621.316.925

Б.Х.Шойматов, М, Саъдуллаев, А. И. қаршибоев.

«Релели Ҳимоя ва автоматика». Ўқув қўлланма.

Навоий Давлат Кончилик Институти. 2010й.-140 бет

Бу қўлланмада Электроэнергетик тизимларда релели Ҳимоя қурилмаларининг алгоритми, функционал ва принципаал схемалари Ҳамда элементлари келтирилган. Электр энергияни ишлаб чиқаришдан бошлаб истеъмолчига етказгунгача бўлган жараёнлар, яъни генераторлар, трансформаторлар, электр узатиш линиялари, шиналар, электр моторлар, ва бошқа электр қурилмалари учун релели Ҳимояси ва унинг автоматикаси Ҳақида умумий маълумотлар акс эттирилган.

қўлланма НДКИ «Электр таъминоти» кафедрасида тайёрланган бўлиб, «Электроэнергетика», «Автоматлаштириш ва бошқарув» таълим йўналиши талабалари учун, Ҳамда саноат корхоналаридаги энергетика соҲаси бўйича ишлаётган мутахассислар учун мўлжалланган.

Ўқув қўлланма Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги Ўрта махсус, касб-Ҳунар таълими Марказининг 2010 йил 2 июлдаги 4-сонли Илмий-услубий Кенгашида тасдиқланиб, ўқув қўлланма сифатида нашр этишга тавсия этилган.

Такризчилар:

Сиддиқов И : ТошДТУ «Электр станциялар»
кафедраси мудири, т.ф.н. доцент.

Раимов С.Н.: Навоий вилояти «Электр тармоқлари»
корхонасининг бош мухандиси.

Эшмуродов З.О.: НДКИ «Автоматлаштириш ва бошқарув»
кафедраси мудири, т.ф.н. доцент.

КИРИШ

1. РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКАНИНГ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

1.1. Энергетик тизим

Энергетик тизим – мураккаб бўлган кўп поёнали техник тизимдан иборат бўлиб, у электр энергияни ишлаб чиқариш, тақсимлаш ва истеъмол қилиш учун мўлжалланган. Ҳамма ишлаб чиқариш технологик жараёнлар ўз навбатида энергетика тизимида энергия ишлаб чиқариш, тақсимлаш ва истеъмол қилишнинг бориш тезлигига ўзаро боғлиқлиги билан ажралиб туради.

Энергетика тизимида электр жиҳозларининг Ҳар хиллиги, турлилиги билан муҳим характерланиш тамонлари бўлади. Энергетик тизим таркибига ўз навбатида генераторлар, трансформаторлар, юқори кучланишли энергия узатиш линиялари коммутация аппаратлари: ўчиргичлар, ажратгичлар, улчовчи, ўзгартгичлар, ток ва кучланиш трансформаторлари, назорат воситаларини бошқариш ва назорат қилиш киради. Одатда нормал иш режими учун бу тизимнинг бирламчи энергиясини ўзгартириб электр энергияга айлантириш ва уни истеъмолчига узатувчи сифатида қараш мумкин. Аммо электр жиҳозларининг бузилиши Ҳисобга олинмаса бу тизимни ишга яроқсиз Ҳолатга келтириш мумкин.

Электр энергия тежамкорлиги ва Ҳалокатсиз ишлаш талаби бўйича энергетика тизимини лойиҳалашда электр энергия манбаларини оптимал танлаш (кўмир, газ, сув ва бошқалар) электр станцияларни жойлаштириш ва улар ишлаб чиқарган қувватни узатиш, истеъмолчиларнинг характеристикаларини Ҳисобга олиш ва уларнинг кенгайишини, кучланиш ва частотани ростлаш турларини инобатга олган Ҳолда энергетик тизимнинг иш режимларини режалаштириш ва бошқа масалалар Ҳисобга олиниб бажарилади.

Шундай бўлсада энергетик тизимда содир бўладиган қисқа туташиш оқибатида қурилмалардаги юзага келувчи бузилишларни назоратдан четда қолдирмаслик керак. Булар қуйидагиларни ташкил қилади.

- Электр узатиш линияларида изоляторларнинг тешилиши, кирланиши ва ташқи муҳит иқлимининг таъсири. (шамол, яшин ва бошқалар).

- Узатиш линия симларининг узилиши.
- Симларни салқиб бўлиши, таянчларда механик бузилишлар.
- Оператив персоналларнинг Ҳатти-Ҳаракати.
- Жиҳозларнинг завод томонидан яроқсиз ишлаб чиқарилиши. Яъни барча жиҳозларнинг ишга яроқли эканлигининг минимум Ҳолатлари Ҳақида маълумоти бўлиши керак.

Бундай маълумотларга қуйидагилар назарда тутилади.

1) қисқа туташиш токини чекловчи реакторлардан фойдаланиш, генерация манбаларининг нормадан ортиқ концентрациясини камайтириш.

2) ЖиҲозларда қисқа туташуш тоқларини чеклаш учун етарлича механик ва термик чидамлилиқ бўлиши.

3) Ҳалокатга қарши тизим автоматикасидан фойдаланиш.

Релели Ҳимоя ва автоматика, энергетик тизимининг бир қисми Ҳисобланиб нормал ишлаши учун шарт-шароит яратади.

Унга қуйидаги функциялар киради:

а) Бузилган элементни автоматик равишда аниқлаб уни тизимдан ажратишдир. Бунда Ҳимоя воситаси сифатида ўчиргични ўчириб, тизимининг бузилмаган қисми бўйича нормал иш шароитини тиклаш билан эришилади.

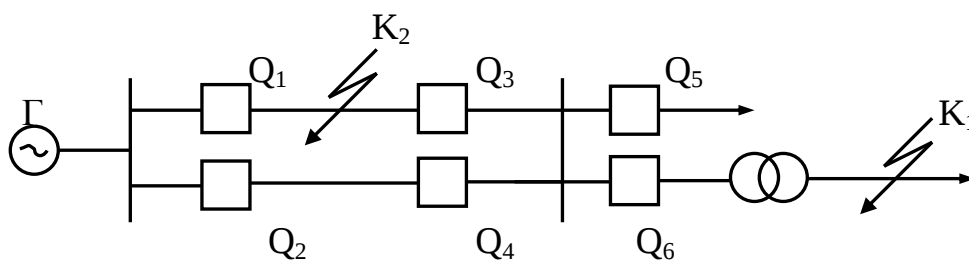
б) Нормал бўлмаган режимларни автоматик аниқлаб ва уни йўқотиш тадбирини қўллаш. Нормал режимнинг бузилиши ортиқча юкланиш содир бўлганда тезда ўчирилиши керак. Шунинг учун Ҳимоя жиҲозлари истеъмолчиларнинг юкланишларини камайтиради.

1.2. Релели Ҳимоя ва автоматикага қўйилган талаблар.

Релели Ҳимоя ва автоматикага қўйиладиган асосий талаблардан бири - селективлик (танлаб ишлаши) дир. Селективлик деб Ҳимоялаш даражаси бузилиш бўлган элементни аниқлаб унга яқин бўлган биринчи учиргичга буйруқ бериб шу элементни ўчиришга яъни электр занжиридан узишига айтилади.

қуйидаги 1- расмда келтирилган электр тармоғининг K1 нуқтадаги қисқа туташушида унга яқин бўлган ўчиргич Q₆ билан электр занжиридан узилади.

K2 нуқтадаги қисқа туташушида эса Q₁ ва Q₃ ўчиргичлар ёрдамида иш режими бузилишининг олди олинади.



1-расм. Ҳимоянинг селективлигини изоҳлаш схемаси.

Тез ишлаши – қисқа туташушини ўчирилиши, электр жиҲозлардаги бузилишларнинг ўлчамини, кучланишининг пасайишига таъсирини камайтириш, энергетик тизимдаги трансформаторларни паралел тур\ун ишлашини сақлайди. Агар Ҳимоя воситаси 0,1 секундгача ишласа у Ҳолда Ҳимоя тез ишлайди деб Ҳисобланади.

Ишончлилик. Ҳимоя аппаратли ва функционал ишончли бўлиши керак. Аппаратли ишончлилик Ҳимоя элементларининг ишончли ишлаши билан характерланади. Функционал ишончлилик эса Ҳимоя функциясининг алгоритмини замонавийлаштириш билан эришилади.

ЗаҲиралаш. Объект Ҳимоясининг асосий Ҳимояси ёки аралаш Ҳимояси ишламай қолса, қисқа туташишни электр занжиридан узиш керак булади. Агар асосий Ҳимоя ишламай қолганда, ундан кейинги электр ускунаси яқинида турган Ҳимоянинг ишлаши яқиндан заҲираловчи Ҳимоя дейилади. Масалан: Агар шинадан ўчиргич орқали линияда қисқа туташиш бўлганда асосий ўчиргич ишламай қолса кириш ўчиргичининг Ҳимоясини ишга тушишини, яқиндан заҲираловчи Ҳимоя бажаради.

Агар асосий ўчиргич ёки аралаш Ҳимоя (кириш ўчиргичи) ишламаса, унда учинчи Ҳимояни ишга тушурувчи узокдан заҲираловчи Ҳимоя бажаради.

Сезгирлик-бу Ҳимоя функцияси алгоритмида назарда тутилган даража бўлиб Ҳамма турдаги бузилишларни аниқ белгилаб берувчи воситадир.

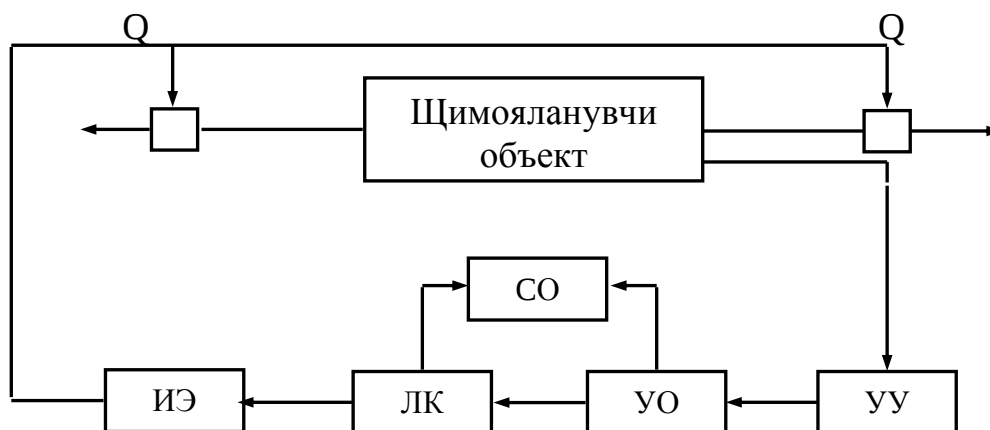
Юқорида келтирилган талаблар қаторида релели Ҳимоя ва автоматикани лойиҳалаштиришда бир қатор кўшимча талабларга диққатни қаратиш лозим.Буларга:

1. Ҳимояни ишончлилигини ошириш учун тизимда кам содир бўладиган режимлар, бузилишлар Ҳам сезиларли даражада Ҳимояни мураккаблашишига олиб келса, уларни Ҳисобга олиш шарт эмас.

2. Аниқ бир Ҳимояни танлашда уни тежамкорлик эффективлигини, баҲосини, созлашини, эксплуатация учун кетган чиқимларни, саноат маҳсулотининг унумдорлигига етган зарари, Ҳимояни ишламай қолишидаги сифатини Ҳисобга олиш керак.

1.3. Релели химоя ва автоматика курилмаларининг структура схемаси.

Исталган релели Ҳимоя ва автоматика схемаларини қуйидаги 2- расмда кўриб чиқамиз.



2-расм. Релели Ҳимоянинг структура схемаси.

Объект Ҳақида маълумот ток ва кучланишларининг параметрларини ўлчовчи ўзгартиргич (УУ) ёрдамида ўзгартирилади. Натижада кейинги операциялар учун керакли ишлов берилади ва хизмат кўрсатувчи персоналнинг хавфсизлигини таъминлайди.

Ўлчовчи ўзгартгичлар сифатида ток ва кучланиш трансформаторлари қўлланилади. Ўлчовчи Орган (УО) базида уни ишга тушурувчи орган Ҳисоблаб Ҳимояланувчи объектнинг иш режимини доим назорат қилиб туради

Логика қисм (ЛК) ўлчовчи элементлардан тушган маълумотларга ишлов бериб ижрочи элемент (ИЭ) коммутация аппаратларга Ҳамда овоз ва ёру\лик сигнализациясига бошқарувчи сигналларни узатади. Сигнал органи (СО) Ҳимояни узи ёки бўлак блокларининг ишланишини белгилаб кўрсатади.

Умуман олганда релели Ҳимоя ва автоматика схемаси бошқариш ва Ҳимоялаш сигналлари билан яхлит бир ёпиқ стуртура схемасини ташкил этади.

1.4. Ҳимоя функциясининг асосий алгоритмлари.

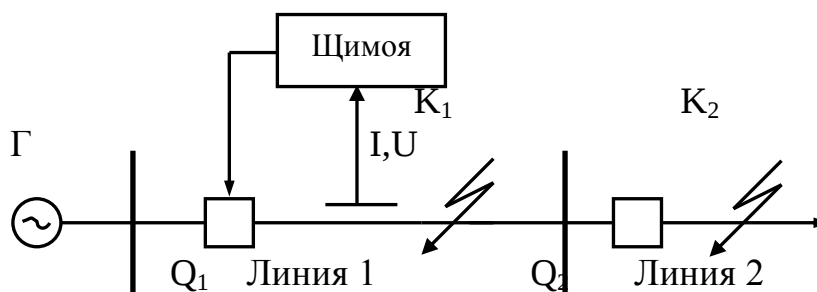
Селективликни таъминлаш бўйича Ҳамма турдаги Ҳимоялар икки гуруҲга бўлинади.

Нисбий селективли Ҳимоялар.

Абсолют селективли Ҳимоялар

Нисбий селективли Ҳимоялар Ҳимояланувчи объектда қисқа туташиш содир бўлганда ва заҲирадаги аралаш бо\ламаларда қисқа туташишдан Ҳимоя вазифасини бажаради. Бу Ҳимояларга токли Ҳимоя, кучланишдан Ҳимоя ва масофали Ҳимоялар киради.

Бу турдаги Ҳимояни изоҲлаш учун 3–расмда кўрсатилган бир томондан таъминланган объектни кўриб чиқамиз.



3 – расм. Бир линияли Ҳимоя схемаси.

Линияда назорат қилувчи параметр ток I ва кучланишдир U .

Нормал режимда ишчи кучланиш, кучланишнинг номинал қийматига яқин $U_{иш} = U_{ном}$ бўлади. Ишчи токи $I_{иш} \leq I_{ном}$ қаршилиқ эса $Z_H = U_{иш} / I_{иш} \geq Z_{ю}$

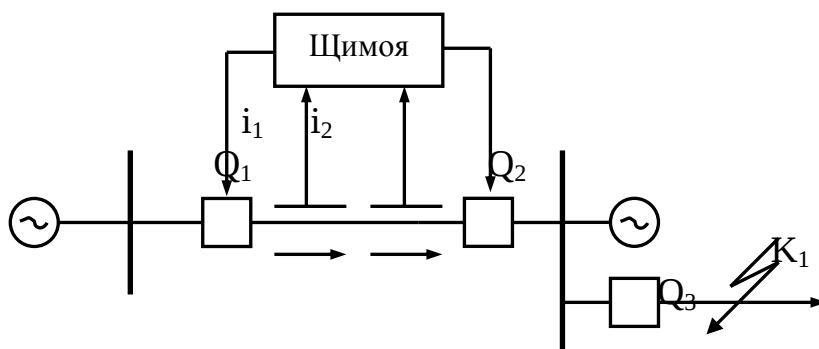
қисқа туташиш содир бўлганда токнинг қиймати ошиб кетади. $I_K > I_{ном}$ кучланиш эса камаяди. $U_K \leq U_{ном}$ қаршилиги ҳам ўз навбатида камаяди

$$Z_L = U_K / I < Z_{ю}$$

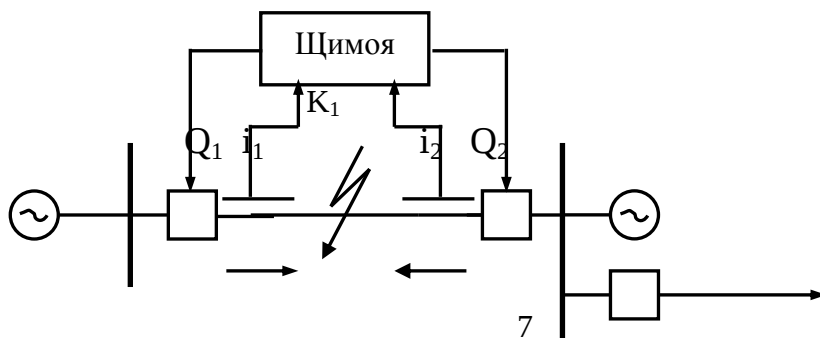
Тоқли Ҳимоя қисқа туташишдаги токни ошишидан сақлашга асосланган. Кучланишдан Ҳимоялаш эса қисқа туташишда кучланишни камайишини Ҳисобга олади. Масофавий Ҳимоя қаршилиқни ўзгаришига асослангандир. Агар $Z_L = Z_0 L_K$ бўлса, бунда Z_0 - 1 км линия қаршилиги, L_K эса қисқа туташиш нуқтасигача бўлган масофа-км. Z_L – қисқа туташиш нуқтасигача бўлган линия қаршилиги бўлиб у $Z_L \sim L_K$ га пропорционалдир. Масофавий тамойил (принцип) қисқа туташиш жойини аниқлаш имконини беради.

Нисбий селективлик Ҳимояси нормал шароитда бузулиш бўлган линия ўчиргичини ўчиради. Масалан: К1 нуқтада қисқа туташиш бўлганда (3-расм) Ҳимоя ўчиргичига таъсир этиб ўчиради. Агар қисқа туташиш К_г нуқтада бўлса унда иккинчи линия Ҳимояси ишга тушиб ўчиргични ўчиради, аммо Л, линия Ҳимояси ишламаса, биринчи линия Ҳимояси ишга тушиб қисқа туташишда Q, ўчиргич ўчади.

Абсолют селектив Ҳимоя қисқа туташишда ўзи Ҳимоя қиладиган қисмни ўчиради. Бу Ҳимоя турига дифференциал ва дефференциал фазали Ҳимоялар киради. (расм–4 а,в).



а)



б)

4 -расм. Дифференциал Ҳимоянинг ишлаш принципи.**а) қисқа туташиш чегарасидан ташқарида.****б) қисқа туташиш Ҳимоя чегарасида.**

Дифференциал Ҳимоя-Ҳимоя объектининг кириш ва чиқиш тоқларини таққослаш принципига асосланган. 4–расмда икки манбадан таъминлаган линиянинг Ҳимоясини кўриб чиқамиз. Нормал режимда ва ташқи қисқа туташишда яъни К нуктада қисқа туташиш бўлганда тоқлар $I_1=I_2=I$ га тенг бўлиб, уларнинг тенглигида Ҳимоя ишламайди.

Агар қисқа туташиш К₂ Ҳимоя чегарасида бўлиб бир томондан таъминланган бўлса, у Ҳолда тоқ нолга тенг бўлади ва мувазанат бузилиб Ҳимоя ишлайди. Расмдаги Ҳолатда эса икки томонлама таъминланганда $I \neq 0$ бўлади ва тоқлар модули бўйича тенг аммо йўналиши бўйича қарама-қарши бўлгани учун Ҳимоя ишлайди ва ўчиргич ўчирилади.

Дифференциал фазали Ҳимоянинг ишлаш принципи объектга кириш ва чиқишдаги тоқ фазаларини таққослашга асослангандир.

Хулосалар

1. Релели Ҳимоя ва автоматика нормал ва Ҳалокатли Ҳолатларида автоматик равишда аниқлаб, уларни четлаштириш учун мўлжалланган.
2. Релели Ҳимояга селективлик, тез ишлаш, ишончлилиқ, сезгирлик, заҲиралаш талаблари қўйилади.
3. Исталган релели схема ўз таркибига ўлчовчи ўзгартгич органлар, логика қисм, ижрочи ва маълумот берувчи элементларини олади.
4. Ҳар хил турдаги Ҳимоялаш усули ўзининг маълум бир Ҳусусиятига эгадир.

2. ЎЛЧОВЧИ ЎЗГАРТГИЧЛАР

2.1. Ўлчовчи ўзгартгичларнинг қўлланилиши.

Ўлчовчи ўзгартгичлар Ҳамма релели Ҳимоя схемалари учун умумий элементлар Ҳисобланади. Уларнинг асосий вазифаси юқори кучланиш занжириини иккиламчи Ҳимоя занжиридан изоляция қилиш, кириш

катталикларни ўлчаш учун қулай бўлган катталикка ўзгартиришда қўлланилади.

Ўлчовчи ўзгартгичларга электромагнит трансформатор тоқлар, ва кучланиш трансформаторлари киради. Тоқ трансформаторлари иккиламчи тоқини 5А ёки 1А қилиб олишга мўлжалланган. Кучланиш трансформатори ёрдамида эса иккиламчи кучланишни 100В ёки $100\sqrt{3}$ В қилиб ўзгартиришга асосланган.

2.2. Релели Ҳимоя схемаларида тоқ трансформатори иш режимининг муҳим томонлари.

Конструкцияси бўйича тоқ трансформатори пўлат ўзакдан ва иккита чўлгам W_1 -бирламчи, W_2 -иккиламчи чўл\амдан иборат (6–расм). Бирламчи чўл\амидан тоқ оққанда магнит оқими юзага келади ва юклама қаршилиги бўлган иккинчи чўл\амда юклама тоқ пайдо бўлади. Идеал тоқ тарнсформатори учун чўл\амлардаги магнитловчи кучлар йи\индиси нолга тенг.

$$I_1 W_1 + I_2 W_2 = 0$$

Бунда

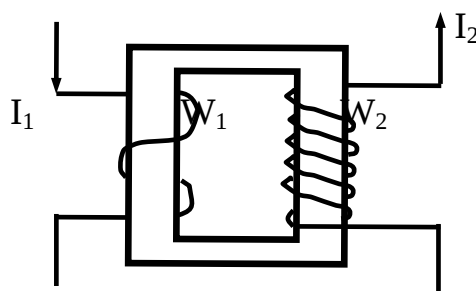
$$I_2 = -\frac{I_1 W_1}{W_2}$$

Чўл\амлари сонининг нисбати тоқ трансформаторининг чўл\ами трансформациялаш коэффиценти деб аталади.

$$K_{TT} = \frac{W_2}{W_1}$$

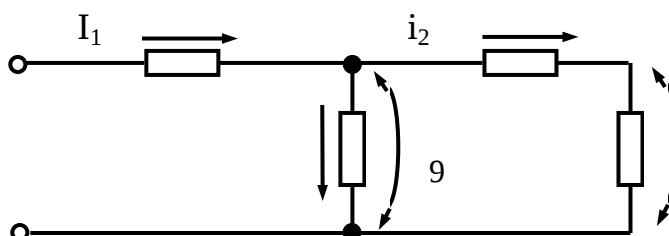
Бирламчи ва иккиламчи тоқларнинг нисбати тоқ трансформаторининг номинал трансформация коэффиценти дейилади.

$$K_{TT} = \frac{I_{1н}}{I_{2н}}$$



5-расм. Тоқ трансформаторининг тузилиши.

Тоқ трансформаторининг пўлат ўзагидаги исрофи сабабли ўрамлари ва номинал трансформация коэффицентиға бо\лиқ Ҳолда трансформациялаш Ҳар хил бўлади. Бунинг сабабини билиш учун тоқ трансформаторнинг алмашлаш схемасини кўриб чиқамиз. (6-расм).



$$\begin{array}{ccccc} Z_1 & Z_{\text{НАМ}} & & Z_2 & \\ & & I_0 & & \\ & I_{\text{НАМ}} & & Z_{\text{Н}} & U_2 \end{array}$$

6- расм. Ток трансформаторининг алмашлаш схемаси.

Схемада Z_1, Z_2 -бирламчи ва иккиламчи чул\амлар қаршилиги, $Z_{\text{Н}}$ -магнитловчи чул\ам қаршилиги, у ўз навбатида ток трансформаторида магнит оқимини яратиш гистерезис ва пўлат ўзакни қиздириш учун бўладиган қувват исрофини келтириб чиқаради. I_1 ток Z_1 қаршиликдан ўтиб икки параллел ўрамда тармоқланади. Юкламадан эса I_2 ток оқади, магнитланиш ўрамида эса $I_{\text{Н}}=I_1-I_2$ магнитланиш токи оқади. Бу ток эса магнитланиш токи дейилади.

Магнитлаш ўрамини алмашлаш схемасига киритилиши реал трансформация коэффицентининг хатолигини Ҳисобга олиш имконини беради.

Шундай қилиб бирламчи ва иккиламчи тоklar қуйидаги кўринишда бўлади.

$$I_1 = \frac{I_1 - I_{1\text{Н}}}{K_{\text{ТТ}}} \quad \text{га тенг.}$$

Яъни, реал ток трансформаторда Ҳам хатолик вужудга келади.

Шундай қилиб ток трансформаторининг хатолик турларини кўриб чиқамиз. Токли хатолик-бу ўлчанган ток модули ва унинг Ҳақиқий қийматини орасидаги фарқи.

$$f = \frac{I_1 - I_2 K_{\text{ТТ}}}{I_1} 100\%$$

Фаза хатолиги-бу иккиламчи токнинг бурчагини бирламчи токка нисбатан силжишидир.

Алмашлаш схемасидан кўриниб турибдики хатолик катталиги $Z_{\text{М}}$ магнитланиш қаршилигига бо\лик бўлиб ва у яна юклама қаршилиги $Z_{\text{Ю}}$ нисбатига Ҳам бо\лиқдир. Магнитланиш қаршилиги ток трансформатори конструкцияси, пўлат ўзак характеристикаси ва бирламчи ток карралигига бо\лиқдир. Бирламчи токнинг ошиши пўлатни тўйинишига ва магнитланиш қаршилиги $Z_{\text{М}}$ нинг камайишига ва хатолигини ошишига олиб келади

Мисол учун 1-жадвалда ток трансформаторнинг синфлари келтирилган. Бунда рухсат этилган хатолиги иккиламчи чул\ам юкламаси номинал қийматидан кўп бўлмаган Ҳолати келтирилган. Ҳамда иккиламчи чул\ам токининг қиймати 120% ошмаган номинал қиймати келтирилган.

1-жадвал

Аниқлик синфи	Рухсат этилган хатолик токи %	Рухсат этилган бурчак хатолиги мин	қўлланилиш чегараси
0,2	+0,2	+10	Ўлчов тажриба хонаси
0,5	+0,5	+40	Электр энергияни Ҳисобга олиш
1	+1,0	+80	Шит приборлари

Ток трансформаторлари релели Ҳимоя схемаларини керакли ток билан таъминлаш учун мўлжалланган бўлиб, улар қисқа туташини ёки жиҳозлар ортиқча юклинишга эришганда ишлайди, яъни қачон бирламчи ток ўзининг номиналидан маълум қийматга ошганда асосий иш режими содир бўлади. Бу иш шароити ток трансформатори хатолигининг ошиши билан боʻлиқдир. Ток трансформаторининг ўзаги юқори сифатли электротехник пўлатдан ясалган бўлиб, токнинг юқори қийматида тўйинишига қарамасдан, ундан фойдаланиш шароитида уни рухсат этилган хатоликда текширилади.

Норматив талаблардан келиб чиқиб ток трансформаторининг иш режимидаги хатолик 10 % дан ошмаслиги шарт.

Ток трансформаторни танлаш қуйидаги тартибда таклиф этилади.

1. Ҳимояланган объектнинг ишчи токини аниқлаш, $I_{иш}$.
2. Аниқланган ток бўйича ва кучланишга қараб объектнинг Ҳимояси учун ток трансформатори танланади.
3. Ҳимояланувчи объектнинг иш режими бузилганда энг юқори бўлган токнинг қиймати I_{kmax} аниқланади.
4. қисқа туташини токи қийматининг қарралиги қуйидагича аниқланиш талаб қилинади.

$$K = \frac{I_{kmax}}{I_u}$$

5.Электр жиҳозларини етказиб берувчилар томонидан техник Хужжатлар асосида ёки қисқача маълумотномалардан фойдаланиб, ток трансформаторининг бирламчи ток қарралиги ёрдамида рухсат этиладиган $Z_{ю.рух}$ юклама аниқланади.

6.Ток трансформаторини Ҳақиқий юкламаси $Z_{ю.хақ}$ Ҳисобланиб, рухсат этилган қиймати билан таққосланади.

7.Агар $Z_{ю.хақ} \leq Z_{ю.рух}$ бўлса ток трансформатори аниқлик бўйича талабни бажаради ва уни Ҳимоя схемасида қўлласса бўлади.

Агар $Z_{ю.хақ} \geq Z_{ю.рух}$ бўлса унда юклamani камайитириш тадбирлари қўрилиши керак.

Бу тадбирлар эса қуйидагилардан иборат:

- Трансформация коэффициентлари катта бўлган ток трансформаторни танлаш.
- Назорат кабелининг кўндаланг кесим юзасини ошириш.
- Бир ток трансформатори ўрнига бир нечта кетма-кет уланган ток трансформаторлар гуруҳини танлаш.

Ток трансформаторининг Ҳақиқий юкларини қуйидаги формула ёрдамида Ҳисоблаш мумкин

$$Z_{\text{ю.хак}} = Z_p + Z_{\text{пр}} + R_{\text{каб}} + R_{\text{ўт.к}}$$

бунда

Z_p - реле қаршилиги

$Z_{\text{пр}}$ - приборлар қаршилиги

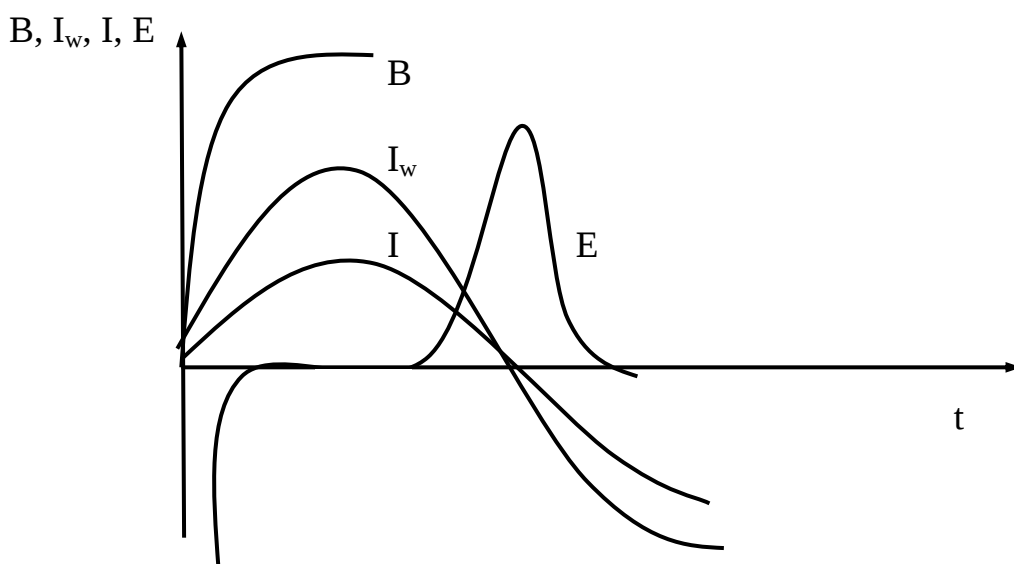
$R_{\text{каб}}$ - назорат кабелни қаршилиги

$R_{\text{ўт.к}}$ - контактларнинг ўтиш қаршилиги

Тўла ва актив қаршиликларни қўшиб Ҳисоблашдаги соддалаштириш асосан арифметик йўл билан бажарилади. Уч фазали тармоқларда қўшимча ток трансформаторнинг уланиш схемаси ва қисқа туташуш тури Ҳисобга олинади.

Ток трансформаторларнинг куч трансформаторларидан фарқи ишлаш шароити бўйича иккиламчи чиқишларининг қисқа туташушида ишлашга мослашган. Иккиламчи чул'ам уланмаганда бирламчи токнинг магнитлаш ўрамага ўтиши натижасида ток трансформатори чуқур тўйиниш режимига ўтади.

Бу режим магнит ўтказгични қизиши ва хавфли ортиқча кучланишларни юзага келишига сабаб бўлади.

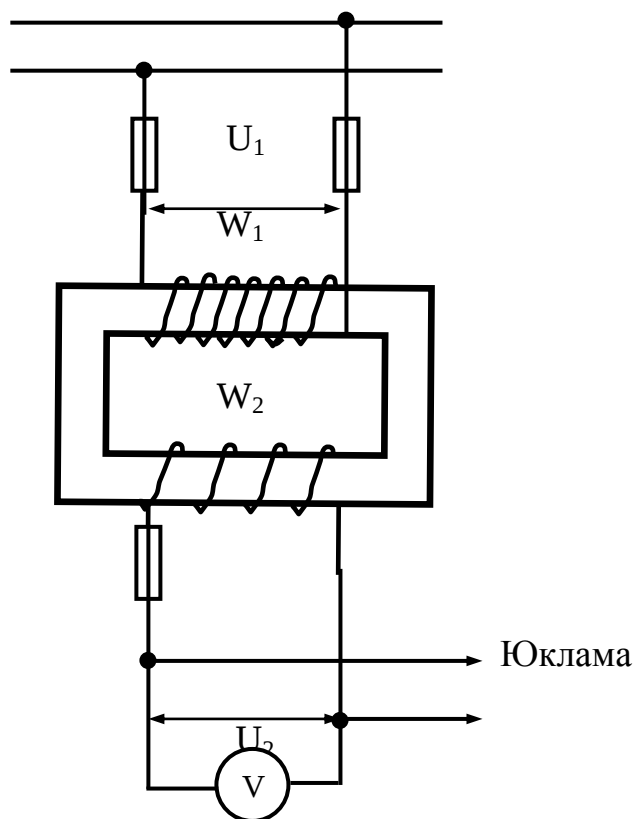


7-расм. Ток, магнит индукцияси ва Э.Ю.К. нинг вақтга бўлиқлик графиги.

Трансформатор токининг иккиламчи чул\ами очик Ҳолатдаги ўзгариш эгрилиги ток I , магнит индукцияси B , Э.Ю.К. E , ларнинг вақт бўйича таҲлил қилиниши юқорида айтилганларни Ҳисобга олиб ток трансформаторининг иккиламчи чул\амини очик қолдириш рухсат этилмайди. Иккиламчи чул\амни қисқа туташтирилиши, уни нормал иш шароитини яратади. Электр хавфсизлиги юзасидан ток трансформаторининг иккиламчи чул\ами ерга уланади.

2.3.Кучланиш трансформаторларинг релели химоя схемаларида қўлланилиши.

Кучланиш трансформатори пўлат электротехник пластинкаларидан йи\илган бўлиб, унда бирламчи ва иккиламчи чул\амлар жойлашган. (8–расм).



8-расм. Кучланиш трансформаторининг тузилиши.

Кучланиш трансформаторининг W_1 бирламчи чул\ами бир неча минг ўрамдан иборат бўлиб, у куч тармо\ига параллел уланади, иккиламчи W_2 чўл\амига эса ўлчов асбоблари, Ҳимоя занжири ва сигнализацияга уланади.

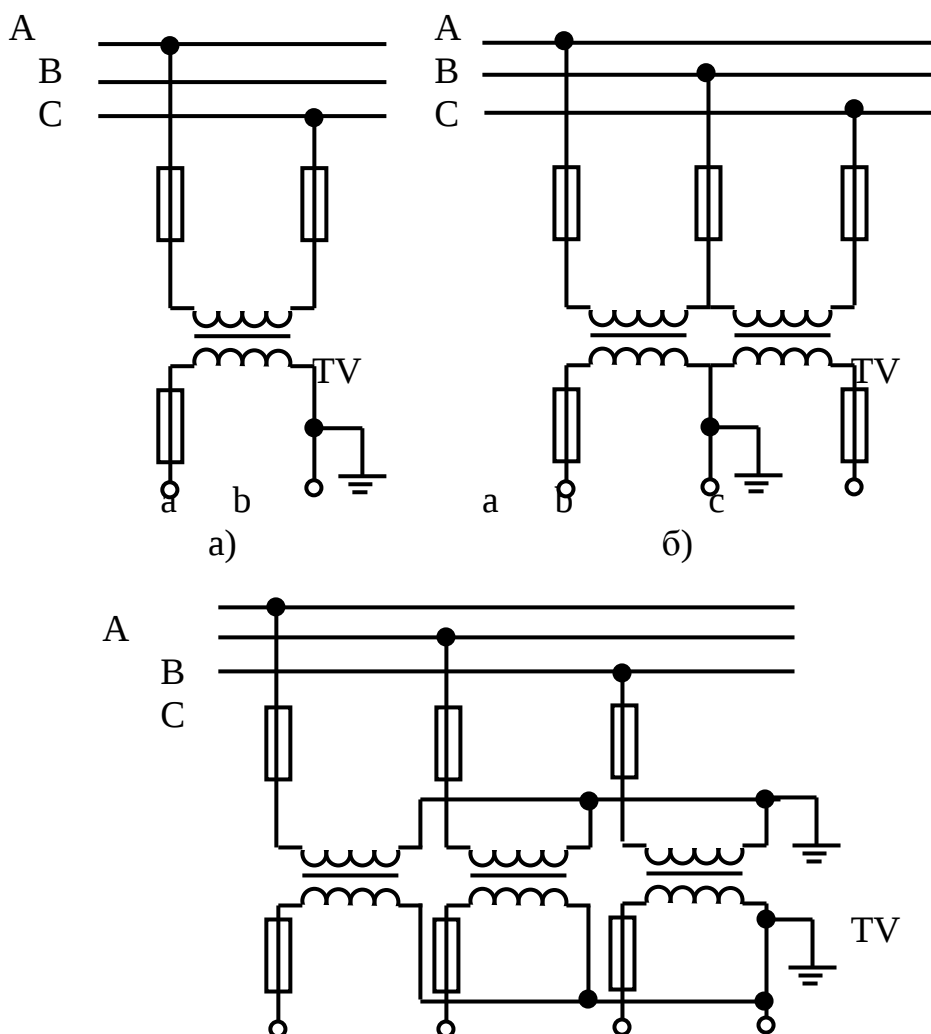
Бирламчи U_1 кучланишнинг U_2 кучланишгача ўзгартириши кучланиш тарнсформаторининг бирламчи W_1 ва иккиламчи W_2 чул\амлар сонини нисбати жиҲатидан муҲим рол ўйнайди. Уларнинг нисбати

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

Чул\амлар сонининг нисбати кучланиш трансформаторининг трансформациялаш коэффиценти дейилади.

$$K_T = \frac{W_1}{W_2}$$

Кучланиш трансформатори бир ва уч фазали қилиб ясалади. Талаб этиладиган информациясига қараб бир фазали трансформаторлар Ҳар хил схемаларда уланиш мумкин.(9–расм).



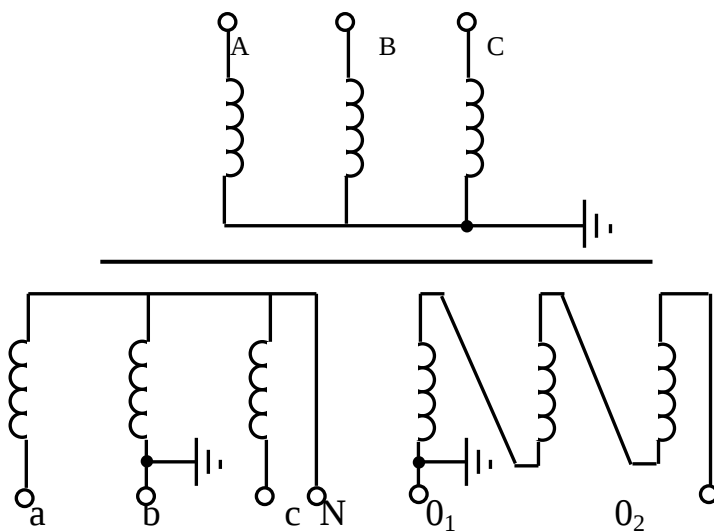
a b c 0

в)

9–расм. Бир фазали трансформаторларнинг уланиш схемалари.

- а) Битта фаза кучланишни олиш схемаси.
- б) Иккита ёки учта фазалараро кучланишни олиш схемаси.
- в) Учта фазалараро кучланишни олиш схемаси.

Кучланиш трансформаторининг тўлик бўлмаган юлдузча уланиши 9-(б) расмга тўғри келади. Бунда икки ёки уч фазали кучланиш олиш мумкин. 9-(в) расмда эса кучланиш трансформатори тўла юлдузча уланган бўлиб, бу схема фаза ва фазалараро кучланишлар ҳақида информация олиш учун фойдаланилади. Нол кетма-кетлик кучланишини олиш учун ҳамда фаза ва фазалараро кучланишлар учун иккита иккиламчи чул\ами бўлган кучланиш трансформаторидан фойдаланилади. (10–расм) Чул\амлардан биттаси тўла юлдузча, иккинчиси эса очик учбурчак уланади.



10–расм. Иккита иккиламчи чул\ами бўлган кучланиш трансформаторининг уланиш схемаси.

қисқа туташишдан ҳимоя қилиш учун кучланиш трансформаторининг ерга уланмаган иккиламчи чул\амларининг чиқишга эрийдиган сақлагич ёки автоматик ўчиргичлар қўйилади.

Кучланиш трансформатори иккита хатоликка эга:

1. Кучланиш бўйича хатолиги бу унинг трансформация коэффиценти бўйича номинал қийматидан четга чиқиш.
2. Бурчаги бўйича хатолиги.

Кучланиш трансформаторининг аниқлик синфи уларнинг хатолиги бўйича 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Аниқлик синфи	Кучланиш бўйича рухсат этилган хатолик, %	Рухсат этилган бурчак хатолик мин.	Кучланиш чегараси
0,2	+0,2	+10	Ўлчаш тажрибаси
0,5	+0,5	+20	Электр энергияни хисобга олиш.
10	+1,0	+40	Шит асбоблари учун
30	+3,0	белгиланмаган	Ҳимоя ва сигнализация.

Юкламасига боʻлиқ Ҳолда кучланиш трансформатори Ҳар хил аниқлик синфида ишлаш мумкин. Шунинг учун паспортида унинг икки қуввати кўрсатилади.

-номинал қиймат, бунда трансформаторга шу аниқлик синфи бўйича ишлаш кафолатини беради.

-чегаравий, бунда чулʼамларнинг қизиши рухсат этилган чегарадан чиқмайди.

Бу хатоликлардан ташқари ўлчаш аниқлиги, назорат кабелидаги кучланишнинг тушиши таъсир этади. Кучланиш исрофи релели Ҳимоя занжирида 3 % дан ошмаслиги керак.

Хулоса.

1. Ток ва кучланиш трансформаторлари бирламчи информацияни улчашга қулай булган ток ва кучланишга узгартириш ҳамда хизмат курсатувчига хавфсизликни таъминлаш учун.
2. Ток трансформатори учун нормал иш режими қисқа туташиш, кучланиш трансформатори учун эса салт ишлаш режими.
3. Ток трансформаторлари релели химоя схемаларини ток билан таъминлаш бўлиб, токнинг катта карралигида ишлайди ва унинг хатолиги ошади.
4. Кучланиш ўлчаш трансформатори ўз навбатида нол кетма-кетлик кучланиш орқали бирламчи занжир изоляцияни назорат қилади.

3. РЕЛЕЛИ ХИМОЯ ВА АВТОМАТИКАНИНГ БАЗАВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

Биз юқори бўлимда релели Ҳимоя ва автоматиканинг асосий элементларидан саналган бирламчи ўзгартгичлар, яъни ток ва кучланиш трансформаторлари билан танишиб чикдик. Бу бўлимда эса релели Ҳимоя ва автоматиканинг қуйидаги элементлари: электромеханик ярим ўтказгичли ва микроэлектронли, электр иссиқлик элементлари ва симметрик ташкил этувчи филтрлар билан танишиб чиқамиз. Бу элементларнинг Ҳар бир гуруҳи ўз конструкцияси, тузилиши, иш принципи ва қўлланилиш билан ажралиб туради. Бу элементлар қатори релели Ҳимоя ва автоматикада реакторлар, магнит кучайтиргичлар ва бошқа элементлар Ҳам борки, улар ўз навбатида алоҳида ёки биз кўриб чиқадиган элементлар ичида Ҳам қўлланилиши мумкин.

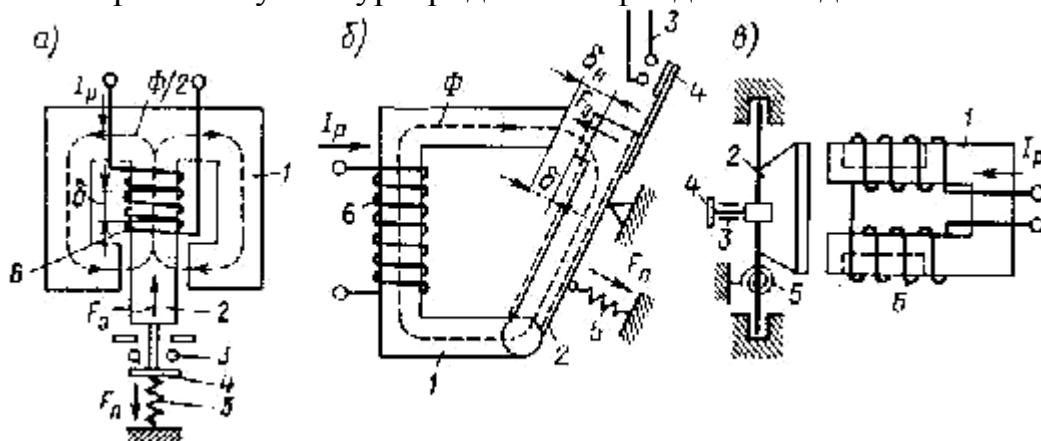
3.1. Электромеханик элементлар.

Релели Ҳимоя ва автоматикани биринчи авлоди электромеханик элементлар асосида яратилган, 1960 йиллардан кейин эса бу элементлар базаси ярим ўтказгичли элементлар билан алмаштирила бошланди. Лекин Ҳозирги кунда ярим ўтказгичли элементлар қаторида электромеханик, электромагнит, индукцион ва магнито электрик релелар Ҳам фойдаланиб келинмоқда. Вазифаси бўйича бу элементлар ўлчовчи ва мантик (логика) қисмга бўлинади.

Электромеханик реле унинг чўл\амидан оқаётган электр токининг таъсиридан механик элементининг қўз\алиши билан характерланади. Магнитли ва индукцион ўлчовчи релелар Ҳам кенг қўлланилиб, биринчи Ҳолатда абсолют қиймати катталигини таққослайди, иккинчи Ҳолатда эса уларни бурчак бўйича таққослайди.

Реленинг мантик қисми (оралиқ ва вақт релеси) электр магнитли Ҳисобланади. Магнитоэлектрик ва кутбли релелар таққословчи схемаларда сезувчи элементлар сифатида фойдаланилади.

Электромагнитли реле асосан электромеханик тизимдан иборат бўлиб, бу тизим: якори тортилиши (11 а расм) якори бурилиши (11 б расм); якори кўндаланг ҳаракатланувчи турларидан кенг фойдаланилади.



11-расм. Реленинг электромагнит тизими.

Бу турдаги реле Ҳаракати пўлат қўзғалувчи якор 2 ни электромагнит 1 нинг чулғамидан I_p ток ўтгандаги тортилишига асосланган. Тескари таъсир этувчи релени контакт тизими қўзғалмас 3 ва қўзғалувчи 4 қисмдан иборат. қўзғалувчи қисм якор билан боғланган. Чўлғамда ток бўлмаганда якор қарама-қарши пружина 5 ва унинг кучи F_n таъсирида ушлаб турилади натижада контакт очиқ туради. Чўлғамдан ток ўтганда электр магнитда магнит оқими Φ юзага келади ва у магнит ўтказгич, ҳаво бўшлиғи ва якордан айланиб оқади. Бунда электромагнит куч F_δ юзага келиб реле якорини электр магнитга тортади. Бу куч

$$F_\delta = 0,5 * I_p^2 W_p^2 \left(\frac{d\lambda}{dl} \right) \quad \text{бунда}$$

λ – магнит ўтказувчанлиги;

L -магнит кучи; линияси узунлиги – м;

W_p -реле чўлғами ўрамлари сони;

Якорнинг Ҳаракатланишида реледаги Ҳаво бўшлиқ $dl = d\delta$ га қисқарса

$$\frac{d\lambda}{(dl)} = -\frac{d\lambda}{d\delta} = \frac{4\pi s}{\delta^2} \quad \text{бўлади.}$$

Агар $\frac{d\lambda}{dl}$ қийматини F_δ куч формуласига қўйсак

$$F_\delta = \frac{2\pi s W_p^2 I_p^2}{\delta} = \frac{K I_p^2}{\delta^2} \quad \text{Ҳосил бўлади.}$$

бунда δ –Ҳаво бўшлиғи

s -унинг майдони

Релени Ҳаракати учун қуйдаги шарт бажарилиши керак.

$$F_{\text{эд}} > F_n + F_T = F_{\text{мд}}$$

F_T –титраш (силкиниш) кучи – Н;

F_n -пружина кучи;

$F_{\text{эд}}$ -электродинамик кучи;

$F_{\text{мд}}$ -магнитодинамик кучи;

қўйиб юборувчи токни таъсир этувчи токига нисбати, қўшиб юбориш коэффиценти деб аталади.

$$K_0 = \frac{I_{op}}{I_{\partial p}}$$

I_{op} - релени қўйиб юборувчи токи;

$I_{\partial p}$ - релега таъсир этувчи ток;

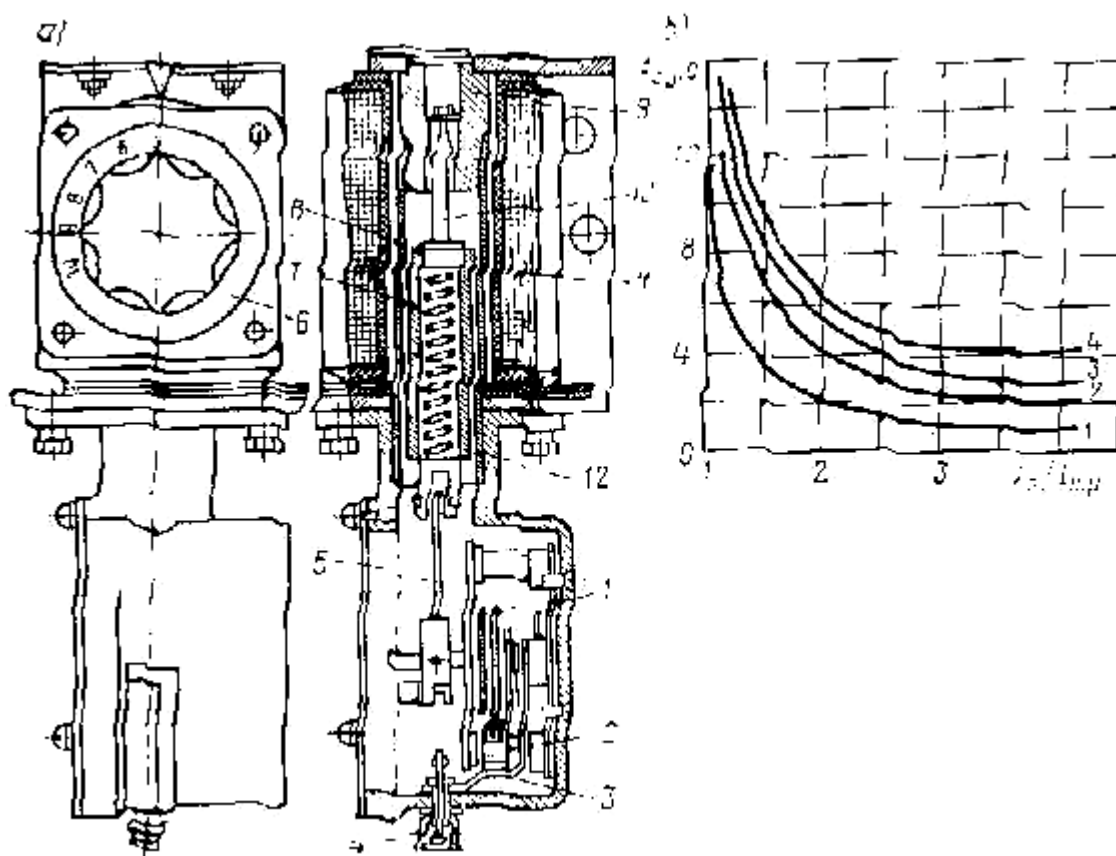
Ўлчовчи сезгирлик органларда қўйиб юбориш коэффиценти $K_0 \approx 1$ бўлади.

Одатда электромагнитли релеларни қўшимча қурилмаларсиз ишлаш вақти

$$t_{cp} = 0,02 \div 0,1 \text{ с} \quad \text{бўлади.}$$

3.2. Иккиламчи тўри таъсир этувчи ток ва кучланиш релеси.

Саноатда Ҳар хил турдаги иккиламчи ток релеси КА (РТМ, РТВ) ва кучланиш релеси. КВ (РН, РНВ) якорининг тортилиши билан ту\ридан-ту\ри таъсир этувчи релелар ишлаб чиқарилади. Улар ўчиргичларни юкли ва пружинали юритмаларига ўрнатилади. Уларнинг чул\амлари бирламчи ўзгартгичлар орқали электр занжирга уланади. Бу эса релеларнинг қўлланиш чегарасини ошириш ва камчилигини камайтириш имконини беради. Бу релелар ёрдамида 35 кВ кучланишгача бўлган қурилмаларда Ҳимояни бажариш мумкин. Максимал токли ишлаш вақти чекланган ва токка бо\лиқ бўлган ток релеси РТВ 12–расмда кўрсатилган.



12 – расм. РТВ турдаги тўри таъсир этувчи ток релесининг конструкцияси ва характеристикаси.

Ҳимояланиш вақти соат механизми 1 ёрдамида бажарилади ва бо\лиқ бўлмаган вақти $t_{\text{ср}} = 4$ с гача рычаг 2 билан қўйилиб, пластина 3 ва винт 4 орқали бажарилади. Бо\лиқ қисми эса (12-б расм) реленинг токини ўрнатиш қисми ёрдамида бажарилади. Чул\ам 11 нинг ишлатиш токини қийматини алмашлаб улагич 6 ёрдамида амалга оширилади. Реленинг ҳаракатланувчи

тизими ўзак 12 , урувчи 10, тачка 8 дан иборат. Бу релеларнинг қайтиш коэффициенти $0,4 \leq K_v \leq 0,8$ га тенг. Ҳисоблашларда қайтиш коэффициенти $K_v = 0,65$ қабул қилинади.

Максимал токли вақтсиз ишлайдиган реле РТМ, конструкцияси жиҳатдан РТВ дан фарқ қилади, яъни унинг соат механизми йўқ. Уни ишлатиш ток $I_{cp} = 5 \dots 15$ А

РТВ релесини токини қарралиги 2 – 3 бўлганда ишлаш вақти $t_{cp} \leq 0,02$ с бўлади.

РНВ турдаги минимал кучланишли вақти чекланган реле.

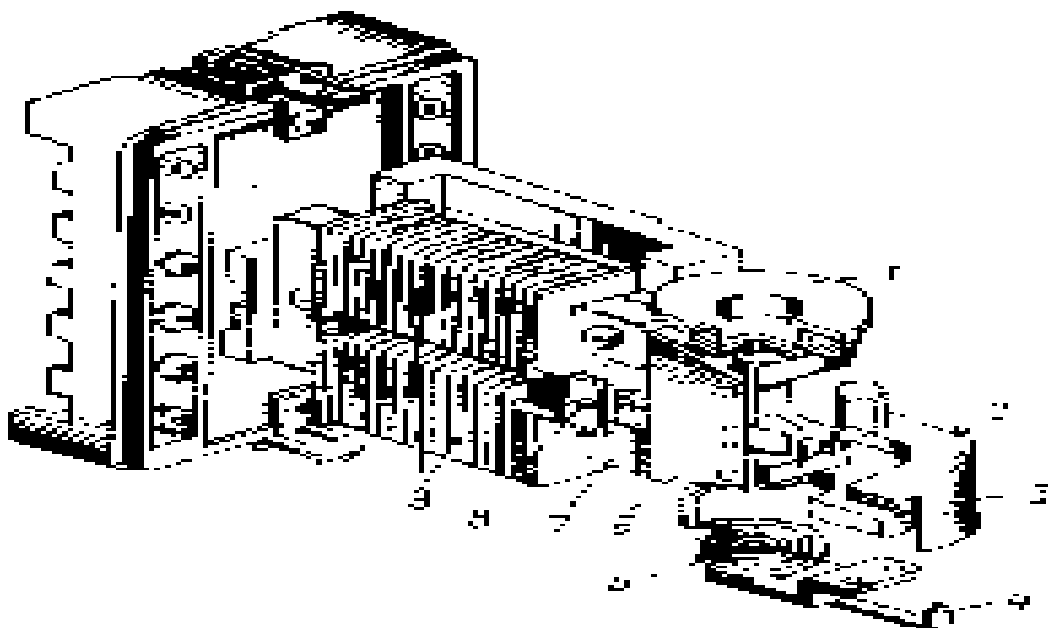
РНВ – бу реле РТВ га ўхшайди, чунки унда ҳам соат механизми мавжуд, нормал ишлаш режимида реленинг чул\амига номинал кучланиш берилади ва у ишлашга тайёр бўлади. Кучланиш пасайиши билан ўзак қўйиб юборилади ва соат механизми бўлганлиги учун вақт саналади. Вақти эса $0 \leq t_{cp} \leq 4$ с бўлади. Соат механизми бўлмаган, яъни вақтсиз ишлайдиган минимал кучланишли реле (РН) КУларда қўлланиши $U_{cp} = (0,35 - 0,65)U_{ном}$ ва $U_{cp} = (0,65 \div 0,85)U_{ном}$ да бўлади.

Тескари таъсир этувчи иккиламчи ток ва кучланиш релеси.

Бу турдаги релелар саноатда кенг тарқалган бўлиб, буларни кўп авфзаллик томонлари бор. Релелар сезгир, кам Ҳатолиги, кичик қувват истеъмоли, туташиш жойини эксплуатация қилиш қулайлиги, электр таъминоти элементларни ўчирмасдан релени сошлаш, релели Ҳимоя ва автоматикани исталган схемаларида қўллаш каби авфзалликларга эга. Шунга қарамасдан бир неча камчиликлари ҳам бор.

Булар: электромеханик тизимини бўлиши катта ўлчами, қўз\алувчи тизими ва кантакт бўлгани учун ишончилигининг камайиши кабилардир. Бундан ташқари релени оператив ток манбаи бўлгандагина қўллаш мумкин.

Ток релеси РТ 40 да П – шаклдаги магнит тизими бўлиб, якор қисми кундаланг ҳаракатланиши билан ишлайди.



13- расм. Тескари таъсир этувчи иккиламчи РТ 40 турдаги ток релеси.

Бу реле магнит ўтказгич 7, иккита чул'ам 9, пулат якор қўз'алувчи контакт 2, якор вибрацияни сундирувчи 1, тирков 8, қайтарувчи пружина 5 бир томони қўз'алувчи тизим билан бо'ланган, қўйилиш токини кўрсатувчи 4, шкала 3, элементлардан иборат.

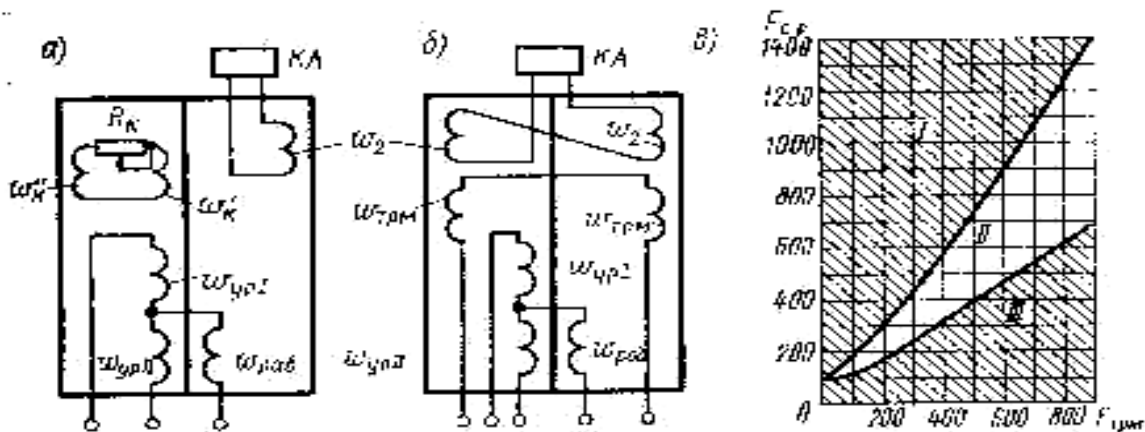
Агар ток чул'амлари кетма кет уланса реленинг ишлатиш токи шкаладаги белгида ва чул'амлар параллел уланса шкала токи икки баробар ошганда ишлайди. Реленинг ишлаши учун реледаги пайдо бўлган F_3 - куч қарама қаршилиқ қиладиган F_m кучдан катта бўлиши шарт. Бунда $F_m = F_n + F_t$

Реле нормал Ҳолатига қайтиш коэффиценти $K_v = 0,8$ бўлганда қайтади. Бу релени истеъмол қуввати $P_{cp} = 0,2-8$ ВА.

Кучланиш релеси КВ (РН-50) конструкцияси жиҳатидан ток релесидан кам фарқ қилади. Кучланиш чул'амига икки ярим тўриловчи тўрилагич уланган бўлиб, занжирга иккита резистор киритилган. Бунда тўриланган ток пульсацияси характериға эға бўлиб, уни чул'ам индуктивлиги ва электромагнит кучи сундиради. Шунинг учун якорда вибрация бўлмайди. Саноат учун истеъмол қуввати $P_{cp} \leq 5$ ВА, РН-50 реле асосан резистор конденсаторли тўри ва тескари кетма-кетлик филтрлари РНФ-1м (тўри кетма-кетлик филтрли), РНФ-2 (тескари кетма-кетлик кучланиш филтрли) ишлаб чиқарилади.

Дифференциал ток релеси.

Дифференциал Ҳимоя усули учун электр таъминотида РНТ ва ДЗТ турларидаги дифференциал релелар кенг қулланилади.



14 – расм. Дифференциал ток релеси.

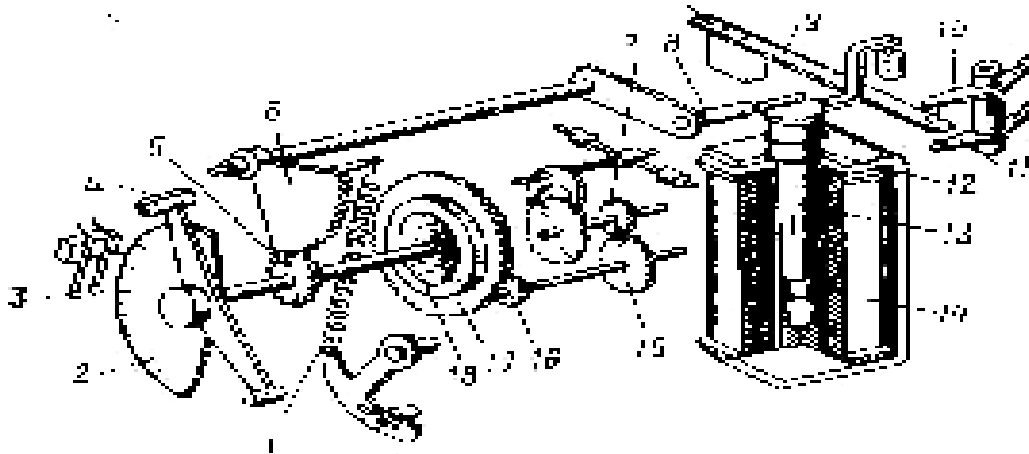
а) РНТ, б) ДЗТ, в) магнит ҳамда катталантирувчи кучни магнит тормозловчи куч билан бо'ланиш характериға.

Реле РНТ-тез тўйинадиган тормозловчи чул'ами бўлмаган ток релеси бўлиб, иккиламчи занжирига РТ-40 ток релеси уланади. Реле ДЗТда-эса

тормозловчи чул\ами бўлиб сезгирлик кўпроқ талаб этилган дифференциал Ҳимояларда қўлланилади. Бу реле турларига РНТ-565 (14-а. расм), ДЗТ-11 (14-б. расм) киради. Характеристикага асосан реле ДЗТ ни ишлаши 1 зонага, 2-зонага эса токнинг о\иш бурчагига бо\лиқ Ҳолда тормозланиши,3-зонада тормозланиш графиги кўрсатилган.

3.3. Электромагнит логика (мантикий) релеси.

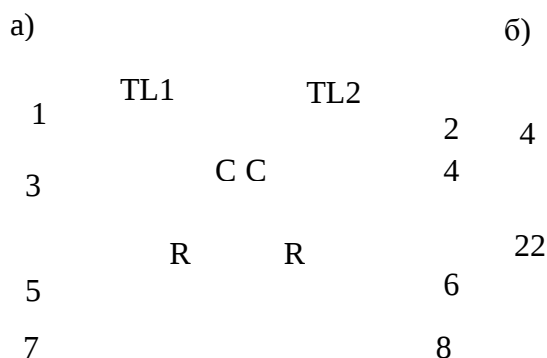
Вақт релеси мантиқ релеси Ҳисобланиб ишлаш вақти билан нормаланади. Улар сигналларни узатишда вақтни чегаралаб яратишга мўлжалланган. Оператив ток ушбу реле бўйича ўзгармас ва ўзгарувчан токдан ишлайди. Ўзгармас токли вақт релеси одатда якорини тортилиши билан ишлайдиган бўлади. Вақти соат механизм ёрдамида Ҳосил қилинади. Мантикий реле турига ЭВ-122 вақт релеси 15 – расмда курсатилган.

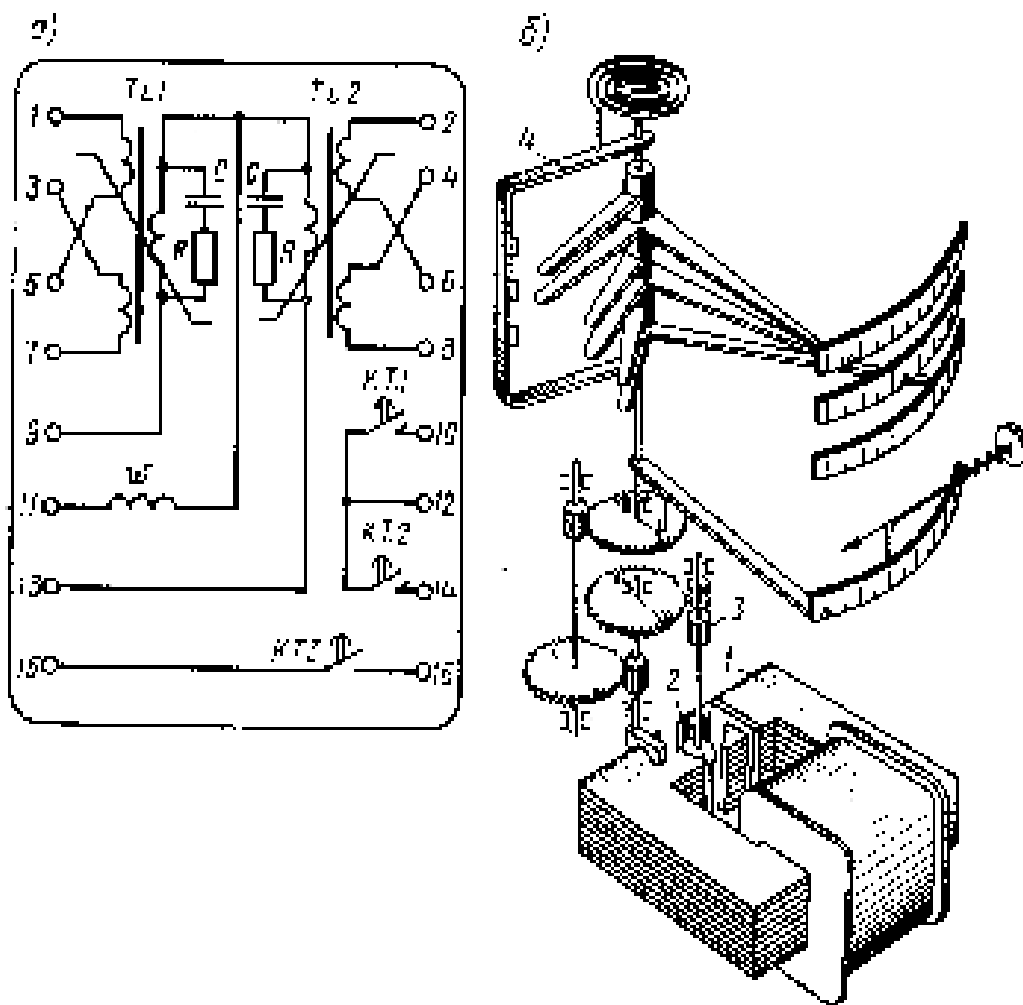


15 – расм. ЭВ –122 вақт релесининг кинематик схемаси.

Вақт релеси кучланиши $U_n = 24В, 48, 110, 220В$ минимал вақти $t_{ср.тип} = 0,1с$, максимал вақти $t_{ср.тах} = 20с$ қилиб ишлаб чиқарилади. Бу релелар қўлланиши $U_p = 0,7U_{ном}$ бўлганда аниқ ишлайди. Уларнинг чул\амидаги истеъмол қуввати $P_p = 30Вт$. ташкил қилади. 15-расмга биноан унинг элементлари: судровчи пружина 1, шкала 2, кўз\алмас контакт 3, кўз\алувчи контакт 4, шестрня 5, сектор 6, оралиқ шестерня 15 ва 7, бармоқ 8, кўз\алмас контакт 10 ва 11, кўз\алувчи контакт 9, қарама қарши таъсир этувчи пружина 12, якори 13, реле чул\ами 14, трибка 16, етакловчи шестерня, фрацион бо\ловчи 18 дан иборат.

Ўзгарувчи токли вақт релеси – уч хил турда бўлади. Яъни соат механизмли, электромагнитли Ҳамда электронлидир.



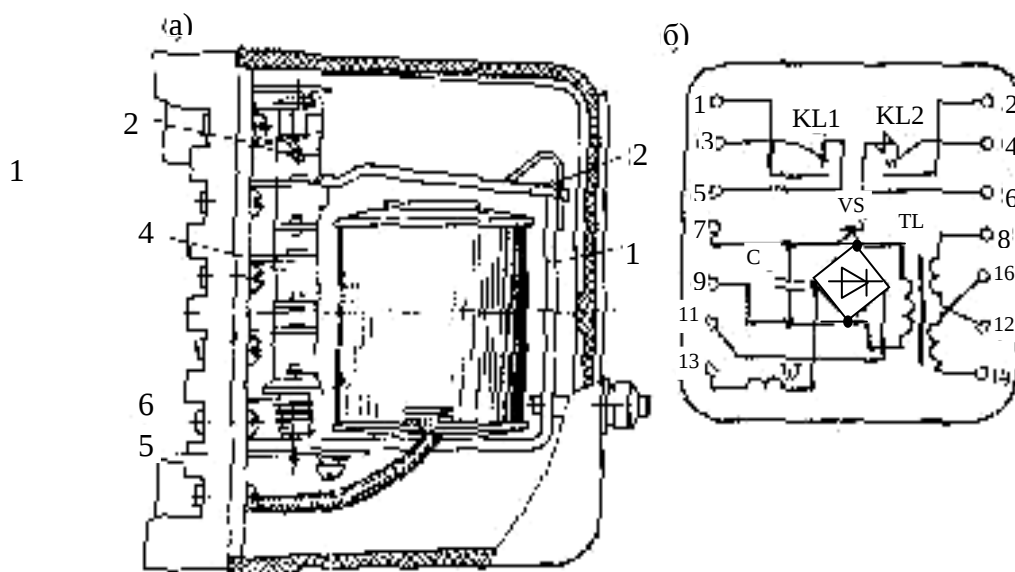


16 – расм. PBM вақт релесининг схема ва конструкцияси.

Асосан синхрон кичик электродвигателли PBM –12 ва PBM–13 турдаги релелар саноатда кўп қўлланилиб ўлчаш ва Ҳимоялашларда бирламчи занжирга уланади. Уларнинг истеъмол қиладиган қуввати $P_p=10\text{BA}$ гача бўлади. Кучланишдан ишлайдиган вақт релесининг камчилиги унинг қувват истеъмолини 60BA ва ундан юқорилиги, қисқа туташилардан ишламай қолиши ва бошқалардир. Шунинг учун токдан ишлайдиган PBM-12, PBM–13 вақт релелари қўлланилиб, улар ток трансформаторларининг иккиламчи занжирларига уланади. Реле PBM 12 ишлаш вақти $t_{cp}=4\text{с}$, PBM–13 ники эса $t_{cp}=10\text{с}$ бўлади. Номинал тоқлари эса ток чул'амлари кетма-кет уланганда $I_n=2,5\text{A}$, параллел уланса $I_n=5\text{A}$ бўлади. Бу реленинг схемаси ва конструкцияси 16-расмда келтирилган. Бу реле А ва С фазаларга уланиш учун ток чул'амли трансформаторлари TL 1, TL 2, контакт тизими КТ-1 КТ-3, синхронлик кичик электродвигател чул'ами бўлиб, электродвигател 1, ротор 2, трубка 3, рамка 4 дан ташкил топган. Вақт релеси тоқли Ҳимояларда тоқнинг қийматига бо'лиқ бўлмаган сунбйй вақт Ҳосил қилиш учун қўлланилади.

Оралик релеси-Оралик релени ишлатишда якори буриладиган электромагнит тизим қўлланилади. Оралик релелар бир ва бир неча чул'амли булади. Улар кучланишга бошқа реле ёки аппаратга кетма-кет Ҳам уланиши

мумкин. Оралик реле кучланиши $U_p=0,7U_n$ да ишончли ишлайди. қайтиш коэффиценти $K_v=0,1-0,4$ бўлади. Уларга тез ишлаш талаби қўйилади ва ишлаш вақти $t_{cp}=0,01-0,03$ с дан ошмаслиги шарт. РП 23 турдаги оралик релеси 17-расмда кўрсатилган.



17-расм. Оралик реле РП-23 (а) ва РП 341 (б).

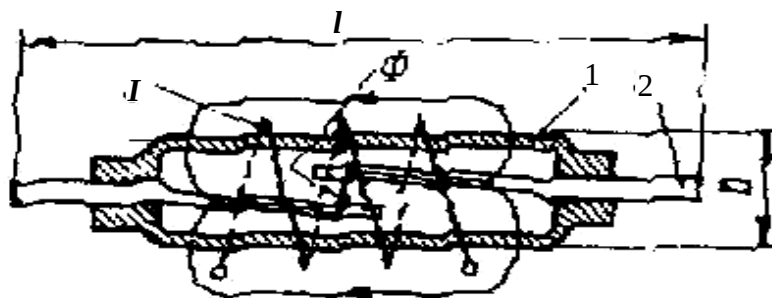
Бу реле:электромагнит 1,якор 2 ,ажралувчи контакт 3 шток 4, пружина 5, цокол 6 дан иборат. РП-23 реле номинал кучланишлари $U_n=24, 48, 110, 220$ В ўзгармас токда ишлайди. Унинг ишлаш вақти $t_{cp}\leq 0,06$ с қуввати $P_p \approx 6$ Вт га тенг.

РП-341 токдан ишлайдиган ўзгарувчан токли реле бўлиб, ток занжирига РВМ сингари фақат бир фазасига уланган Ҳолда ишлайди.

Ўзгарувчан токли оралик реле РП-25, РП-321 ва РП-341 ўзгармас токли реле сингари бўлиб, тузилиши ва конструкцияси жиҳатдан фарқ қилмайди. Фақат камчилиги қисқа туташилар ва кучланишни камайишида ишламай қолишидир.

Контактлари магнит бошқариладиган герметик реле (герконли реле).

Бу релени асосий элементи герметик магнит бошқариладиган контакт (геркон) дир. Бу инерт газ тўлдирилган колба 1 (18-расм), ичида ферромагнит материал 2 дан ясалган пружинасимон пластинка ва чул\ам 3 дан иборат. Пластинкалар бир вақтда магнит ўтказгич ва қўз\алувчи контакт Ҳисобланади. Нормал Ҳолатда контактли пластинкалар ажралган. Чул\амдан ўтадиган ток Φ магнит оқимини Ҳосил қилади. Магнит оқими ўз навбатида электромагнит кучни пайдо қилиб, пластинкаларни бир бирига тортади.



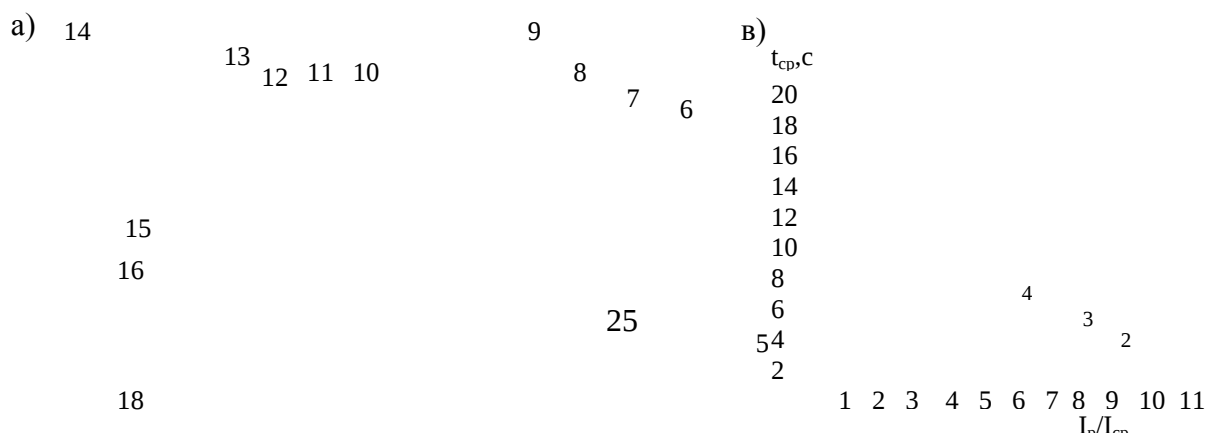
18 – расм. Герконли реленинг тузилиши.

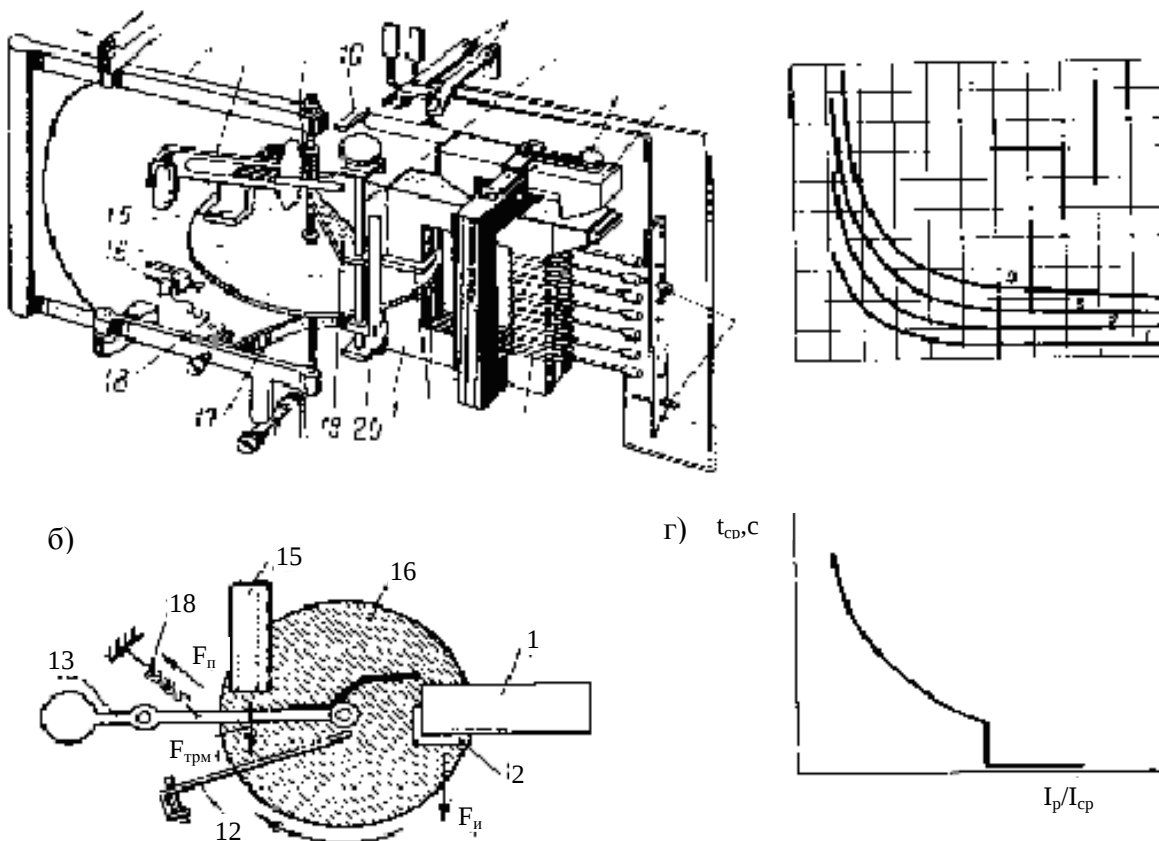
Герконинг узунлиги $l \approx 30-50 \text{ мм}$ шиша колбанинг диаметри $D \approx 3...5 \text{ мм}$, пластинкалар орасидаги зазор $0,1 \text{ мм}$ бўлади. Релели Ҳимояда кўп контактли реле РПГ–2 ва РПГ–5 лар қўлланилиб, уларнинг ишлаш муддати $t_{cp} \approx 0,001 \text{ с}$ гача.

Кўрсатувчи релелар-Релели Ҳимоя ва автоматика схемаларида Ҳар хил турдаги аппаратларнинг ишлаши, уланиши, учирилиши Ҳақидаги информацияни олиш учун хизмат қилади. Кўрсатувчи релелар занжирга кетма-кет ва параллел уланиши мумкин. Саноатимизда релели Ҳимоя ва автоматикада РУ-1 турдаги якори бўралиб ишлайдиган электр магнитли кўрсатувчи релелар қўлланилмоқда.

3.4. Индукцион реле

Ушбу реле турига, индукцион принцида ўлчовчи, ток ва қувват йўналишини Ҳисобга олувчилар киради. Бундан ташқари ишлаб чиқаришдан олиб ташланган қаршилик релеси ва частота релесини Ҳам мисол қилиш мумкин. Индукцион релени иш принципи ўзгарувчан магнит майдонлари кўз\алмас чул\амларини кўз\алувчи элементлари билан таъсирига асосланган. қуйидаги 19–расмда РТ–80 ва РТ–90 индукцион ток релесини кўриб чиқамиз.





**19- расм. Индукцион ток релеси РТ – 80 ва унинг
характеристикаси.**

Бу реле икки элементдан иборат: чекланган вақтли дискали индукцион ва электрмагнитли кесим (вақтсиз ишлайдиган). Индукцион реленинг элементлари электр магнит 1, қисқа туташ ўрам 2, чул'ам 3, штепсель кўприк 4, винт 5, алюминийли диск 16, қўз'алувчи рамка 13, айланиш ўқи 14, қайтарувчи пружина 18, червяк 11, сегмент 12, ростловчи винт 8, сургич 19, коромусло 10 дан иборат.

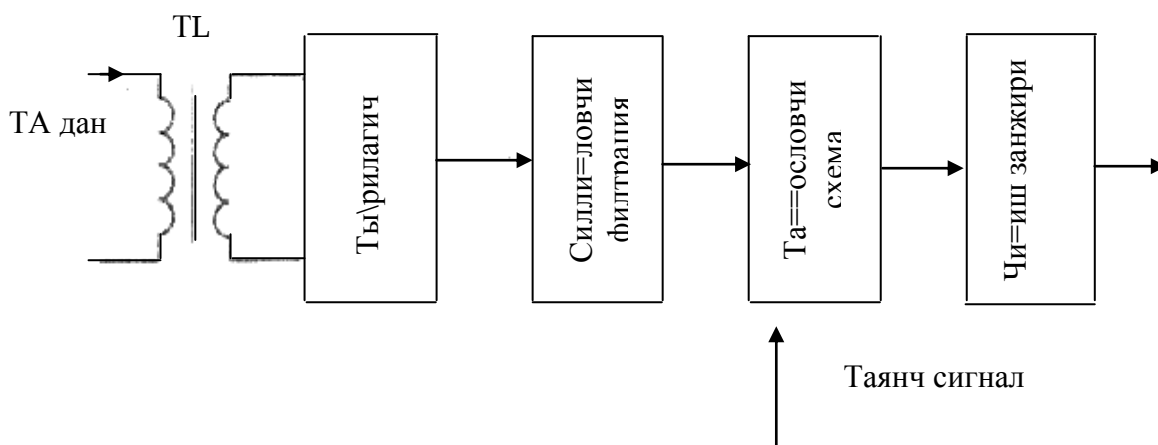
Дискни ишлатиш токи $I_p = (0,1-0,2) I_{cp}$ червякни сегмент билан бо'ланишидан контактлар қўйилишигача бўлган вақт релени ишлаш вақти дейилади. Индукцион релеларда асосан токни карралиги 7 дан ошганда вақтга бо'лиқ бўлмайди. РТ-81 реленинг вақти 1-4с РТ-82 индукцион ток релеси вақти $t_{cp} 4-16$ с бўлади.

Электр магнит элементи сифатида электр магнит 1 (19-а. расм) ҳаракатланувчи қисми якор 6 ва коромусло 10 Ҳисобланади. Электр магнит элементни ишлатиш токи винт 7 билан ўзгартирилади. Бунга якорь ва электр магнит орасидаги зазорни (бўшлиқни) ўзгартириш билан эришилади. Винт бошидаги 2-8 рақамлар ток карралигини билдиради. Бу релелар ўзгарувчан ва ўзгармас оператив ток занжирларида релели Ҳимоя ва автоматикада токли Ҳимоялар элементлари сифатида қўлланилади.

қувват релеси Ҳам индукцион принцида ишлайди. Унда кучланиш ва ток чул\амлари бўлиб кучланиш чул\ами ўлчаш трансформаторининг иккиламчи чул\ами 100В қўлланиш занжирига, ток чул\ами эса ток трансформаторининг иккиламчи Ҳимоя занжирига уланади. Бу реле қиска туташиш қувватини йўналишидан ишлайдиган реле бўлиб максимал токли йўналтирилган Ҳимояларда қулланилади. Кейинги мавзуларда қувват релеси билан яқиндан ўрганиб чиқамиз чиқамиз.

3.5. Ярим ўтказгичли релелар.

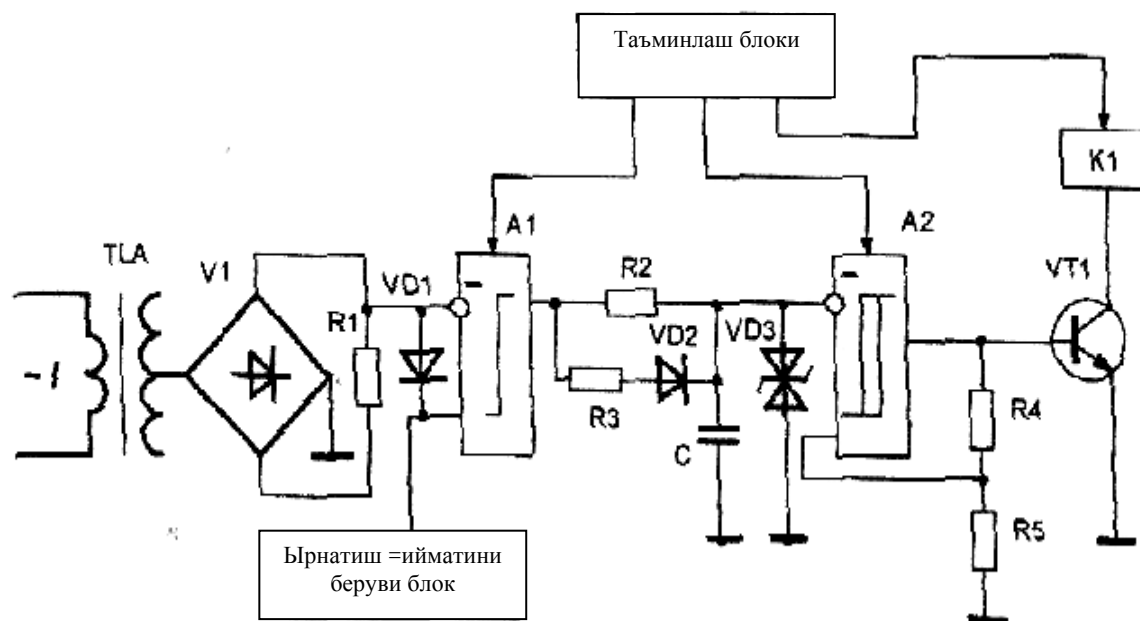
Ҳозирги пайтда кўп миқдорда ярим ўтказгичли релеларнинг турлари ишлаб чиқарилмоқда. Лекин уларнинг иш принципи бир хил бўлиб Ҳаммаси бериладиган сигнални таянч сигнал билан таққослашга асослангандир. 20 – расм.



20- расм. Ярим ўтказгичли реленинг ишлаш принципи.

Ток трансформаторидан сигнал оралиқ трансформаторга киради ва тўрилагичда тўриланиб филтрланган Ҳолда таққослаш схемасига узатилади. Таққослаш схемада ўлчанган ва ишлов берилган сигнал таянч кучланиш билан таққосланади. Агар $U_{\text{кир}} \geq U_{\text{таянч}}$ бўлса, яъни кириш кучланиши таянч кучланишга тенг ёки катта бўлганда, реле ишлайди. Таянч кучланишини қийматини ўзгартириш билан релени ишлаш параметрини Ҳам ўзгартириш мумкин.

Мисол сифатида 21-расмда РСТ-13 турдаги ток релесини кўриб чиқамиз.



21 – расм. РСТ – 13 турдаги ток релесининг структура схемаси.

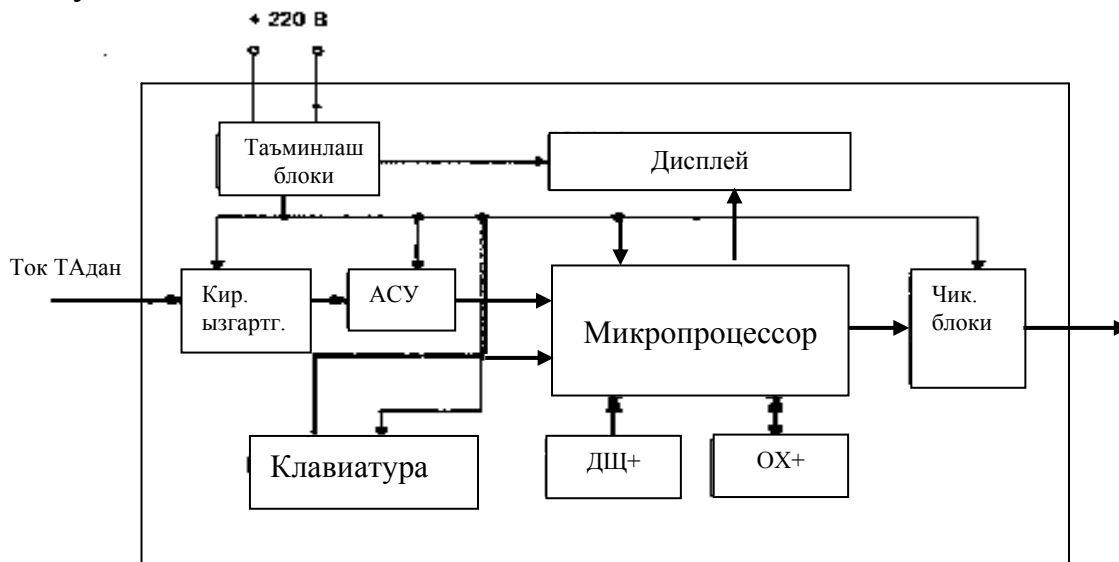
Бу реледа ток, ток трансформаторидан оралиқ трансформатор Т LA орқали V1 тўриловчи кўприкка берилади. Бу кўприк актив юклама R₁ да ишлайди. Сўнг назорат қилинувчи сигнал тўриланган кучланиш кўринишида берилган токка пропорционал бўлиб, бир поёнали карпаратор A₁ ни инвертир киришига узатилади. Карпараторни инвентерланмайдиган киришига топширик бериб қўйиладиган блокдан таянч сигнал берилади. Топширик бериб қўйиладиган блоки алмашлаб улагич билан кучланишни бўлувчи бўлиб, у бўлувчи резисторларни шунтловчи вазифасини бажаради. Алмашлаб улагичнинг Ҳолатини ўзгариши карпараторнинг киришига бериладиган кучланиш қийматини ўзгартиради. Агар кировчи сигнал таянч сигналдан кичик бўлса конденсатор C ни кучайтиргич A1 тўйинтирувчи мусбат кучланиш билан зарядланган бўлиб, манба сатҳи кучланишдан VD3 муътадиллашчи кучланишини 1-2В га ўзгартиради ва A2 карпараторнинг чиқишида кучланиш манфий ва транзистор VT1 ёпиқ бўлади.

Кириш сигналини кампаратор A₁ га берилувчи таянч сигналидан ошиши реле ҳолатини ўзгартиради. Конденсатор R₂ қаршилик орқали зарядланади. A₂ компараторнинг чиқишида мусбат кутбلى кучланиш пайдо бўлади, натижада транзистор VT₁ очилади ва реле ишлайди. Занжир элементлари R₂, R₃ қаршилик, C конденсатор ва стабилитрон VD3 реленинг ташқи таъсирдан сошлаш ва компараторни қисқа вақт ичида алмашинишига қаршилик қилиб, сунъий вақтни Ҳосил қилади. R₄ R₅ резисторлар билан йиғилган A2 кучайтиргичга тесқари алоқа гистеризисни таъминлайди ва ўтиш характеристикасида алмашлаб уланиш моментининг ноаниқлигини йўқотади, натижада дриллаб ўзгариб туриш Ҳолатининг олдини олади. РСТ-13 турдаги реленинг техник

берилганлари электр магнит релега яқиндир. Унинг қайтиш коэффиценти $K_v = 0,9$, ишлаш вақти $1,2 I_{cp}$ да 60мс дан, $3 I_{cp}$ токда эса 35мс дан ошмайди.

3.6. Микропроцессорли ток релеси.

Сонли ток релеси Ҳар хил турдаги қўлланиладиган сонли релелар билан кўп жиҳатдан бир хилдир. Унинг структура схемасини қуйидаги 22 расм да кўриш мумкин.



22-расм. Сонли ток релеси структура схемаси.

Ҳамма сонли релелар учун кириш ўзгартиргичлари аналог сонли ўзгартиргичлардан иборат бир ёки бир неча микропроцессорлар – кировчи информацияга ишлов берувчи, клавиатура, дисплей, таъминлаш блокти ва чиқиш блокларидан тузилган

Кириш ўзгартиргичлари–ташқи занжирдан реле схемасини гальваник узиб туради, кириш сигналини нормалайди ва бирламчи филтрацияга узатади. Аналого–сонли ўзгартгич (АСУ) кириш сигналининг оний қийматини унга пропорционал бўлган сонли қийматига ўзгартиради. Аналог сигнални дискрет сигналга ўтиш жараёни сигнални квантлаш дейилади. Квантлашда Ҳам маълум информация исрофи бўлади. Бундан ташқари юқори гармоникаларнинг бўлиши Ҳам таъсир қилади. Релели Ҳимоя ва автоматика қурилмаларида АСУ танлаш частотаси 600 дан 2000Гц гача бўлади.

Таъминлаш блокти–тармоқ кучланишининг қийматини ўзгаришидан қатъий назар, реленинг Ҳамма тугунларини стабиллашган кучланиш билан таъминлаш учун мўлжалланган. Таъминлаш блокти ўзгармас ёки ўзгарувчан токда ишлаши мумкин.

Дисплей ва клавиатура–операторга қурилма Ҳақида информация олиш, ўзгартириш, иш режимини ўзгартириш, релега информация киритиш имконини беради. Дисплей релеларида ихчамлаштирилган сонли Ҳарфлар, бир қаторли, клавиатура–бир неча тугмача шаклида ишлатилади.

Чиқиш блоки–Ҳимояланувчи объектга чиқувчи дискрет сигнални формалайди ва коммутация занжирига узатади.

Микропроцессор-реленинг бошқарувчи ва Ҳал этувчи блогидир. Уни дастури доимий хотираловчи қурилмада (ДХК) сақланади. Оралик Ҳисоблашларни сақлаш учун оператив хотираловчи қурилма (ОХК) қўлланилади. Назорат қилинувчи ток параметрини аниқлаш, даврий вақт функциясини $x(t)$ таъсир этувчисини Ҳисоблаш қуйидагидан иборат.

$$X_d = \sqrt{\left(\frac{1}{T} \int_t^{1+t} x^2(t) dt \right)}$$

Реал вақт Ҳолатида бу интегрални Ҳисоблаш натижаси фақат (t) ни T даврда назорат қилинаётган сигнални кузатиб бўлгандан кейин бажарилади. Шунинг учун сонли релеларнинг ишлаш вақти электромеханик аналоглар сингаридир. Лекин ярим ўтказгичли релелар электрмагнитли ва индукцион релеларга нисбатан юқори аниқлиги, эксплуатацияга кам харажати, созлашда соддалиги билан ажралиб туради. Ярим ўтказгичли релеларнинг муҳим авфзаллиги уни сервис функцияси борлиги яъни тестлаш ва ўз диагностикасига эга бўлишдир.

3.7. Симметрик ташкил этувчи филтрлар.

Уч фазали тизимларда симметрик режимни бузилиши қисқа туташилар оқибатида I_1 тоқлар ва U_1 кучланишлари, яъни тўри кетма-кетлик токи ва кучланиши қатори, I_2 , U_2 тескари кетма-кетлик токи ва кучланиши I_0 , U_0 -ноль кетма-кетлик токи ва кучланиши пайдо бўлади. Бу эса ўз навбатида ток ва кучланишларни ташкил этувчилардан ишлайдиган Ҳимояларни бажаришни тақозо этади. Уларни тўлиқ фаза ток ва кучланишидан ажратиш учун фойдаланиладиган қурилмаларга симметрик ташкил этувчи филтрлар дейилади.

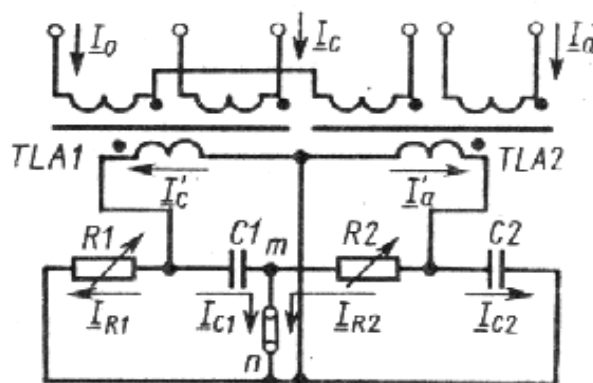
Тескари кетма-кетлик тоқли (ФТОП) филтри. Тескари кетма-кетлик тоқли филтрларнинг бирламчи токи қуйидагича аниқланади.

$$I_{2A} = \frac{(I_A + a^2 I_B + a I_C)}{3}$$

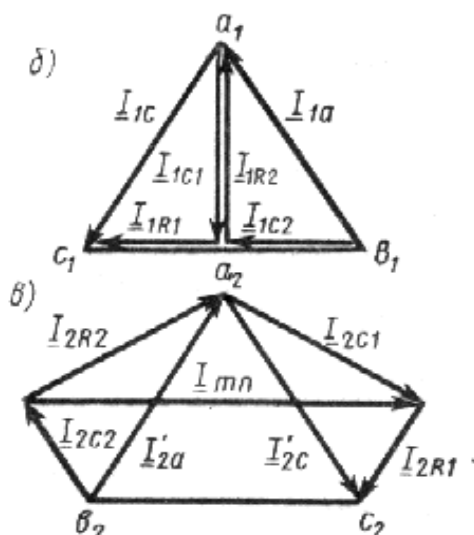
Бунда I_A , I_B , I_C - лар фаза тоқларига мос келувчи A , B , C фазалардаги $a = e^{\frac{j2\pi}{3}}$ - фазалар оператори Ҳисобланади.

Бу тескари кетма-кетлик токи филтрини 23–расмда кўриб чиқамиз.

а)



б)



23 – расм. а) Тескари кетма-кетлик токи филътрининг схемаси.
б, в) Вектор диаграммаси.

Бунда ток I_a ток I_b га нисбатан $4\pi/3$ ва I_c га $2\pi/3$, бурчакга силжиган бўлиб симметрик бўлмаган тизимда тескари кетма – кетлик ташкил этувчиларини ажратиш мумкин. Тескари ток филътри фақат токнинг тескари кетма-кетлигидан ишлайди.

Бу филътрларга **РТФ–8, УХЛ-4, РТФ–804** турдаги электр қурилмаларини Ҳимоялаш учун бўлса **РТФ-9, РТФ-904** трансформаторлар ва синхрон генераторларни Ҳимоя қилиш учун қўлланилади. Агар тескари кетма-кетлиги ток филътрини икки фазаси уриниш (А ва С) га алмаштирилса, унда тўри кетма-кетлик филътрига айланади. Шунингдек нуль ва комбинацияланган симетрик ташкил этувчи филътрлар ҳам мавжуд.

Мисол сифатида тескари кетма-кетлик ток филътрини кўриб чиқамиз. (23 – а расм.). Бунда реленинг ток чул\амларига ток трансформаторининг иккиламчи занжирдан тоқлар I_a , I_c ва уларни Ҳар бирининг қарама қарши чул\амига I_0 ток берилади. Филътрда тоқлар $(I_a - I_0)$ ва $(I_c - I_0)$ бўлади. Бунда нуль кетма кетлик токи йўқ қилинади. Нуль кетма-кетлик токи фаза тоқларида уларга тенг ва абсолют жиҳатдан мос келади. Шунинг учун $(I_a - I_b)$, $(I_b - I_c)$, $(I_c - I_a)$ фаза тоқларининг фарқи бўлмайди. Шунинг учун тескари кетма-кетлик токи филътрнинг фазалар тоқлари фарқича уланади. Бу филътрни **mn** занжирда (филътр чиқишида) ток бўлади. Тескари кетма-кетлик ток филътрини олиш учун резисторлар R_1 , R_2 ва конденсаторлар x_{c1} , x_{c2} ни шундай танлаш керакки, тўлиқ фазалар токи бўлмаганда I_a ва I_c тескари кетма кетлик тоқларида ток I_{mn} юзага келмайди. Филътрдаги I_{R2} ва I_{1c1} оқаётган тўри кетма-кетлик тоқлари тенг ва йўналиши бўйича қарама-қаршидир (23-б расм.). Шунинг учун $(I_{1R2} + I_{1c1}) = 0$ бўлади. Ўз навбатида I_{1c} проекцияси I_{1c1} ва I_{1a} проекцияси I_{1R2} бўлади. I_{mn} токи эса бўлмайди. Агар тескари кетма – кетлик тоқлари бўлишида I_a^1 (I_{2a}) ва I_c^1 (I_{2c}) билан алмашса ва уларнинг проекцияси

I_{2R2} ва I_{2c1} бўлиб, натижавий I_{mn} ток пайдо бўлади. Бу ток релени ишлатади. (23 – в расм).

Худди тескари кетма-кетлик ток филтрлари сингари тескари кетма-кетлик кучланиш филтрлари мавжуд бўлиб, улар фаза кучланишига эмас линия кучланишларига уланади. Бу филтрда тескари кетма-кетлик ва тўри кетма-кетлик кучланиши бўлганда $U_{тп} = 1,5 U_{2ав} e^{j\pi/3}$ реле ишлайди, агар фақат тўри кетма-кетлик кучланиши бўлса ёки уч фазали қисқа туташиниш бўлса унда кичик қийматли кучланиш мувозанатсизлиги бўлади ва реле ишламайди. Агар тескари кетма-кетлик филтрларга бериладиган фазаларнинг ўрни алмаштирилса тўри кетма-кетлик филтрларига айланиб қолади. Бу тескари кетма-кетлик филтрлари асосан икки фазали қисқа туташинишларда релели Ҳимоянинг сезгирлигини ошириш учун хизмат қилади.

Хулоса.

- 1.Электромеханик релеларнинг магнит тизимидаги якорни асосан уч хил ишлаш тури бўлади.
2. Ҳар бир релеларни ўзига хос конструкцияси ва хусусияти бўлади.
- 3.Ток ва кучланиш релелари асосан релели Ҳимоя ва автоматика схемаларида кенг қулланилади.
- 4.Ярим ўтказгичли ва микропроцессорли релелар Ҳозирги замон релелари саналади.
- 5.Тўрт хил турдаги филтрлар мавжуд бўлиб улар Ҳимоянинг сезгирлигини оширади.

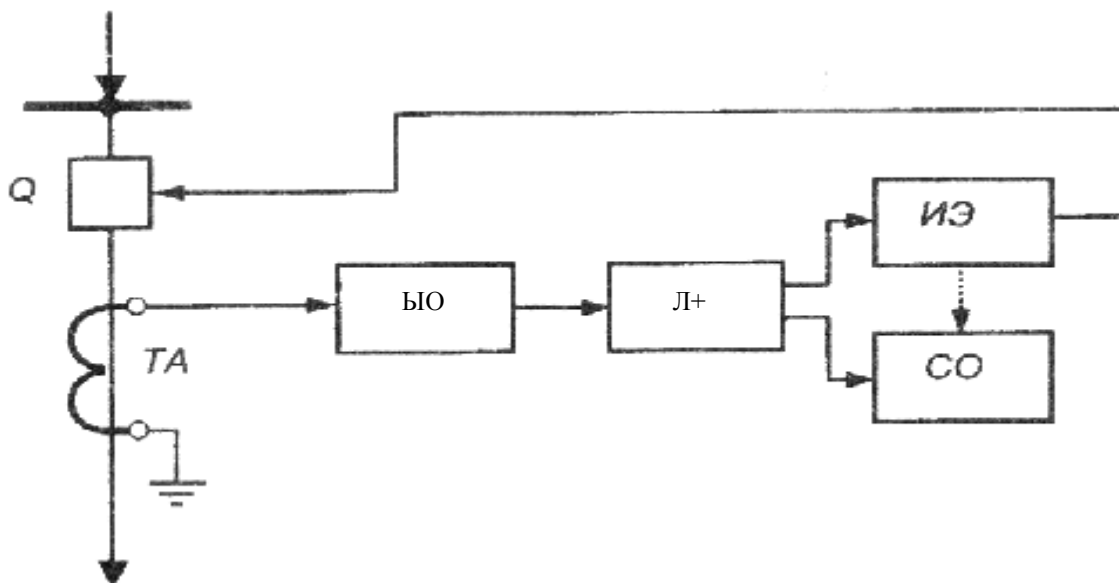
4. Нисбий селективли Ҳимоялар.

4.1. Ҳимоянинг синфлари.

Нисбий селективли Ҳимояларга максимал токли Ҳимоя, максимал токли йўналтирилган Ҳимоя, токли кесим, минимал ва максимал кучланиш Ҳимоя ва масофадан бошқариш Ҳимоялари киради.

4.2. Максимал токли Ҳимоя.

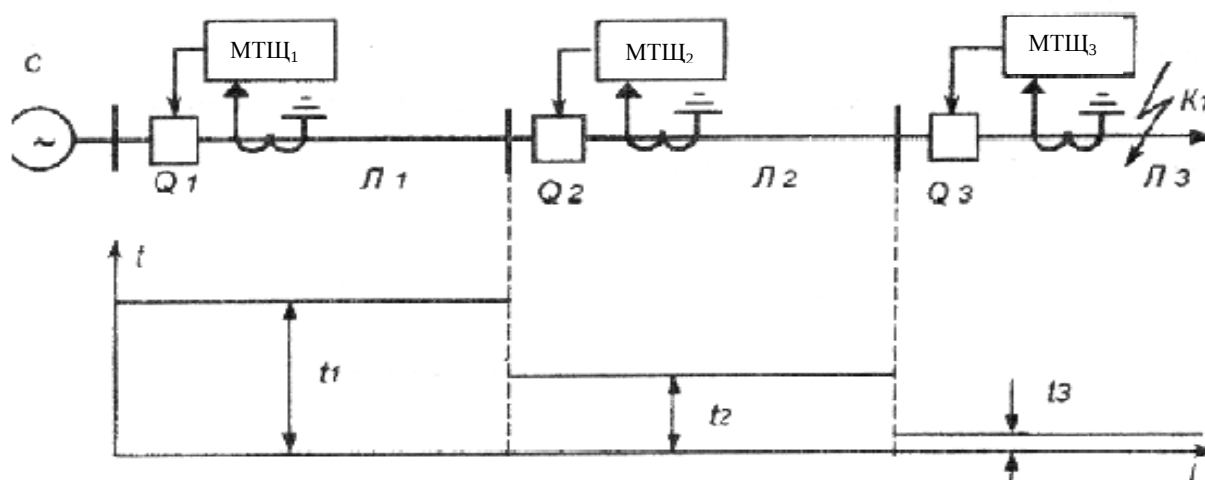
Максимал токли Ҳимоя қисқа туташиниш содир бўлганда токнинг ўсишини аниқлаган Ҳолда ишлашга асосланган. Линияни Ҳимоя қилувчи максимал токли Ҳимоянинг структура схемаси қуйидаги 24- расмда келтирилган.



24-расм. Максимал токли Ҳимоянинг таркибий схемаси.

Ҳимоя қилинадиган линия токини ўлчовчи орган УО (ишга туширувчи) назорат қилади. Ишга туширувчи органнинг назорат қиладиган токи $I_{\text{контр}}$ рухсат этилган максимал ишчи токи $I_{\text{ишмак}}$ дан ошиб кетса яъни $I_{\text{контр}} > I_{\text{ишмак}}$ у ишлайди.

Исталган қисқа туташиш бўлганда токнинг ошиши кўзатилади, лекин токни бундай ошишни қайд қилиб қолиниши, бу Ҳамма вақт Ҳам қисқа туташиш бўлди деган эмас. Масалан, линиянинг тармоқ\идаги участкалари максимал токли Ҳимоя билан Ҳимояланган бўлсин. (25 – расм.).



25-расм. Ҳимояни ишлаш вақтини танлаш схемаси.

Агар L_3 линиядаги K_1 нуқтада қисқа туташиш бўлса Q_3 учиргичга учуриш бўйруғи берилиши керак. қисқа туташиш бутун линия участкалари бўйича токнинг оқишини пайдо қилади. Бу эса ўз навбатида учала Ҳимоянинг Ҳам ишга туширувчи органини ишлатади. Талаб этилган селективликни Ҳимоя ишлашида сунъий вақтни логика қисм пайдо қилиб бажаради. Манбадан қанча кўп узоқда турган Ҳимоянинг вақти камайиб, нулга яқинлашиб боради. Унинг

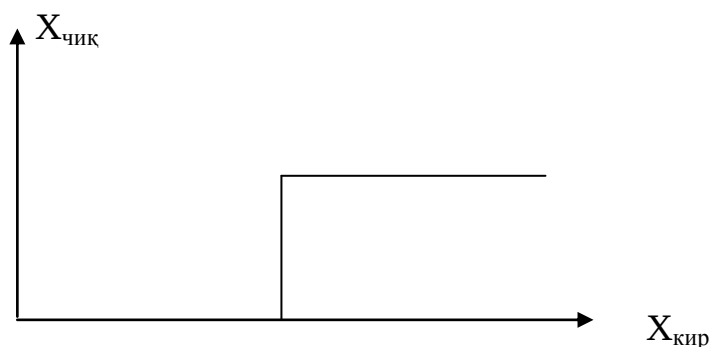
вақти жуда кичик бўлади. Манбага қараб борган сари Ҳимояни ишлаш вақти Δt га ошиб боради. Бу селективлик поёнаси дейилади.

$$t_3 \approx 0 \text{сек}; \quad t_2 = t_3 + \Delta t; \quad t_1 = t_2 + \Delta t;$$

Селективлик поёнаси натижасида ўчиргичнинг ўчиш вақти ва элементларни ишлашдаги ушланиш вақти Ҳисобга олади. У одатда (04–06)с га тенг бўлади.

Ижрочи элемент логика қисмдан сигнални қабул қилиб, ўчиргичнинг ўчирувчи командасини юзага келтиради. Сигнал органи СО Ҳимоянинг ишлаганини белгилаб қолади.

Максималь токли Ҳимоянинг элементлари: ишга туширувчи логика, ижрочи ва сигнализация реледа бажарилади. Реле термини деганда автоматик бошқариш асбоблари(приборлари) гуруҳи бўлиб кириш катталиги маълум қийматга етганда ўзининг Ҳолатини сакраб ўзгартирувчига айтилади. Унинг характеристикаси 26-расмда келтирилган.



26-расм. Ҳимояни ишлашини релели характеристикаси.

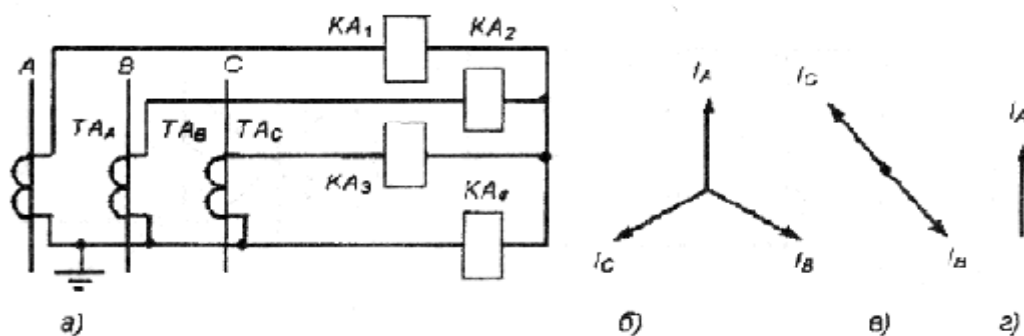
$X_{кир}$ - кириш катталиги,

$X_{чик}$ — чиқиш катталиги.

4.2.1. Ток трансформаторлари ва ток релеларининг уланиш схемалари.

Амалий жиҳатдан Ҳамма электроэнергетик истеъмолчилар уч фазали қилиб бажарилади. Бу талаб релели Ҳимоя қурилмаларини лойиҳалашда инобатга олиниши керак ва шу билан бирга ток трансформаторларнинг уланиш схемалари ва релеларни ўлчов органларини танлашда унутмаслик керак. Шунинг учун ток трансформаторлари ва релеларнинг кенг тарқалган схемаларини кўриб чиқамиз.

Тўла юлдузча схемаси. Бу турдаги боʻланишда Ҳамма фазаларга ток трансформаторлари ўрнатилади. Ҳар бир ток трансформаторларнинг иккиламчи занжирларига биттадан реле ва алоҳида битта реле нуль ўтказгич симига уланади.(27-расм).



27-расм. Ток трансформатори ва релеларнинг тўла юлдуз уланиш схемаси.

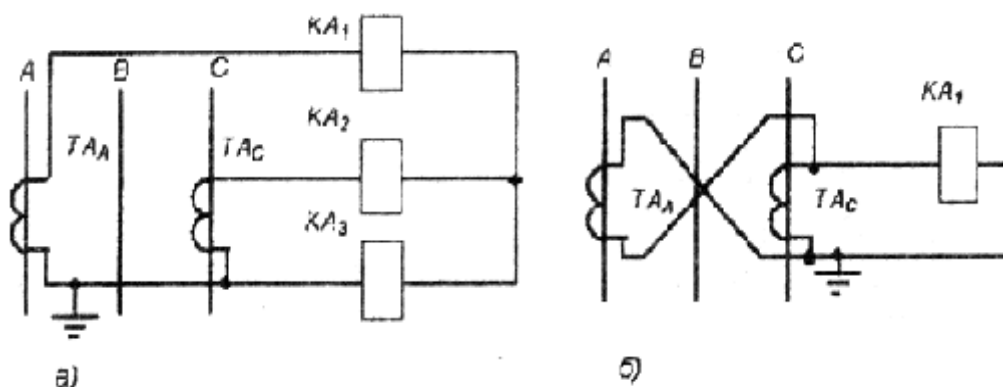
- Тўла юлдуз схемаси.
- Уч фазали қисқа туташишда тоқларнинг вектор диаграммаси.
- В ва С фазаларни ўзаро қисқа туташишидаги вектор диаграмма.
- Фаза А ни ерга уланган вақтдаги вектор диаграммаси.

Уч фазали қисқа туташишди учта реле KA_1 , KA_2 , KA_3 ишлайди. (27-расм б). Икки фазли қисқа туташишда (27-расм в) иккита реле; бир фазали қисқа туташишда ҳам 2 та реле ишлайди. 27-расм асосида қуйидаги хулосага келиш мумкин.

Хулоса.

- Тўла юлдузча схема ҳамма турдаги қисқа туташишларни сезади.
- ҳамма бузилиш турларига бир хил сезгирли бўлади.
- Схема ишончилиги билан ажралиб туради, яъни ҳар қандай қисқа туташишда, 2 та реле ишга тушади.

Тўлиқ бўлмаган юлдуз схемаси. Одатда ток трансформатори А ва С фазага ўрнатилади ва уларга реле уланади. қўшимча нул ўтказгичида яна битта реле ўрнатилади. (28-расм).



28 – расм. Ток трансформаторининг ва реленинг уланиши.

- Тўлиқ бўлмаган юлдуз.
- Икки фаза тоқлари фарқи.

Уч фазали қисқа туташишда учта реле, икки фазалида эса иккита реле ишлайди ва фаза В ерга нисбатан қисқа туташиш содир бўлса Ҳимоя ишламайди. Ушбу схема учун трансформация коэффициенти қуйидагича бўлади.

$$K_{cx}^{(m)} = K_{cx}^{(3)} = 1$$

Хулоса.

1. Тўлиқ бўлмаган юлдуз схема Ҳамма турдаги фазалар орасидаги қисқа туташишдан ишлайди.
2. Схема керакли даражада ишончли бўлиб исталган фазалар аро қисқа туташишда камида 2 та реле ишлайди.
3. Бир фазали қисқа туташишни йўқотиш учун қўшимча Ҳимоя ўрнатилади.
4. Бу схема энг кўп ва кенг тарқалган схемадир.

Икки фаза токлари-аро ток трансформаторлари ва релени уланиши схемаси. Бундай схемани йиғиш учун икки фазага ток трансформаторлари ўрнатилиб, уларнинг иккиламчи чулamlари бош учлари бошқасининг охирига, биринчисининг охири, иккинчининг бошланишига уланиб, уларга параллел реле боʻланади. Релени ишлаш токи $I_p = \frac{I_A - I_C}{K_{TT}}$ бўлади. (28 б-расм).

Тажрибалар шуни кўрсатадики бундай схема Ҳамма фазалар аро қисқа туташишдан ишлайди. Схема ўзининг тежамлилиги билан ажралиб туради, лекин шу билан бирга юқори бўлмаган ишончилиги бор. Бунда реленинг ишламай қолиши Ҳимояни ишламаслигига олиб келади. Ҳимоя Ҳар хил фазалар аро қисқа туташишда Ҳар хил сезгирликка эга бўлади. Схема коэффициенти

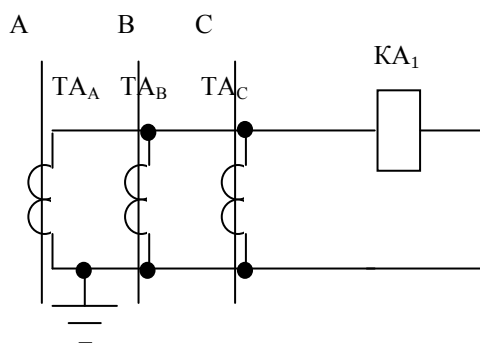
$K_{cx}^{(3)} = \sqrt{3}$ - уч фазали қисқа туташиш коэффициенти.

$K_{cx}^{(2)} = 2$ - А-С фазалараро

$K_{cx}^{(1)} = 1$ - А-В ва В-С фазалараро коэффициент.

Ток трансформаторлари ва релеларнинг нуль кетма-кетлик филътра улаш схемаси.

Ушбу Ҳолатда ток трансформаторлари барча уч фазага ўрнатилиб уларнинг иккиламчи чулamlари ўзаро параллел боʻланади. (29 - расм).



29 - расм. Ток трансформатори ва релени нуль кетма-кетлик филътрига улаш схемаси.

Бу схемада уч фазали қисқа туташишда

$$I_p = \frac{1}{K_{TT}}(I_A + I_B + I_C) \approx 0$$

бўлади ва реле ишламайди.

Икки фазали қисқа туташишда масалан, А ва В фазада

$$I_p = \frac{1}{K_{TT}}(I_A + I_B) \approx 0$$

реле ишлайди.

Бир фазали қисқа туташишда масалан, А фаза ерга уланса

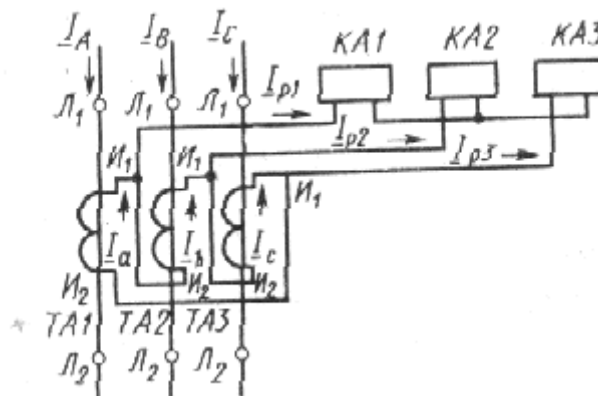
$$I_p = \frac{1}{K_{TT}}I_A \neq 0$$

реле ишлайди.

Хулоса.

1. Схема фақат бир фазани ерга қисқа уланишда ишлайди.
2. Схема нули ерга маҳкам уланган тармоқларда ерга ток оқишидан Ҳимоялар учун қулланилади.

Ток трансформаторларининг учбурчак ва релеларни юлдуз улаш схемаси.



30 –расм. Ток трансформаторларини учбурчак релеларини юлдуз улаш схемаси.

Бу схемада Ҳар бир реледаги ток қуйидагича аниқланади.

$$I_{p1} = \frac{I_A - I_B}{K_{TT}}; \quad I_{p2} = \frac{I_B - I_C}{K_{TT}}; \quad I_{p3} = \frac{I_C - I_A}{K_{TT}};$$

Бундай схема ҳамма турдаги қисқа туташиларда ишлайди. У ҳолда қисқа туташилар фазалари сонига қараб схема коэффициентлари қуйидагича бўлади.

$$K_{cx}^{(3)} = \sqrt{3}; \quad K_{cx}^{(2)} = 2; \quad K_{cx}^{(1)} = 1;$$

Трансформатор токининг максимал иккиламчи юклаваси. Уч фазали қисқа туташиларда ва икки фазали юлдуз учбурчак уланган трансформаторлар орасидаги қисқа туташиларда маълум ўрин тутади.

$$Z_{нхис} = 3(R_{пр}K_{р}) + R_{кон}$$

Бунда , $Z_{нхис}$ - Ҳисобий номинал қаршилик, $R_{пр}$ - сим қаршилиги, $R_{кон}$ - контур қаршилигидир.

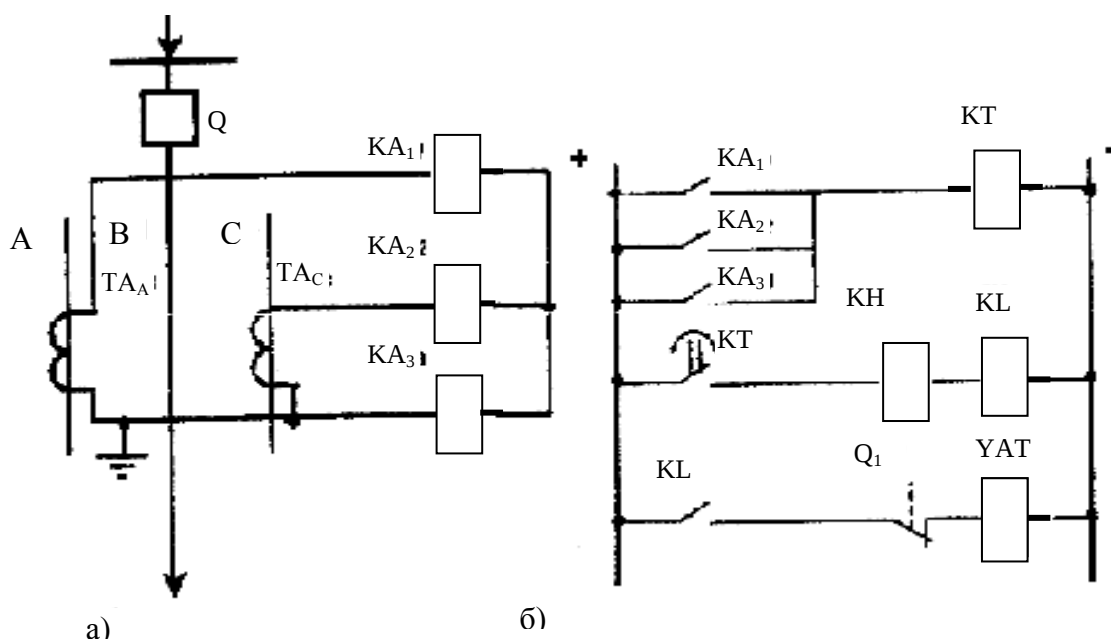
Хулоса.

1 Қисқа туташилар турига қараб схема коэффициентлари ҳар хил бўлади.

1. Ток трансформаторларининг учбурчак улаш схемаси линия ва трансформаторларининг дифференциал Ҳимояси ва Ҳимоянинг сезилш токини оширишда кўп қўлланилади.
2. Уч фазали қисқа туташилар ва баъзи Ҳолларда икки фазали қисқа туташиларда ток трансформаторининг иккиламчи занжир қаршилиги Z_n ўз таъсирини кўрсатади.

4.2.2. Максимал токли Ҳимоянинг бажарилиш схемалари.

Максимал токли Ҳимоялар, бажарилиши бўйича ўзгарувчан ва ўзгармас оператив тоқларда амалга оширилади. 31- расмда ўзгармас оператив тоқда ишлайдиган максимал токли Ҳимояни тўлиқ схемаси келтирилган. Бу схемада ток трансформаторлари ва релелар тўлиқ бўлмаган юлдуз усулида уланган. Оператив токли Ҳимоя релеларни таъминлаш, сигнализация ва учиргични бошқариш учун керак бўлади. Оператив ток манбалари сифатида аккумулятор батареялар ток ва кучланиш трансформаторлари ва шахсий истеъмол трансформаторлар қўлланилади. Аккумулятор батареялар йирик энергетик объектларда махсус жиҳозланган хоналар ва унга хизмат қилувчи персонал бўлиши керак. қолган оператив ток манбалари саноат корхоналари, электр таъминоти объекти, қишлоқ хужалиги объектларида ва бошқа жойларда фойдаланилади.



31-расм. Максимал токли Ҳимоя.

а) Ўзгарувчан ток занжири.

б) Ўзгармас ток занжири схемаси.

қисқа туташиб бўлганда иккита ёки учта ток релеси ишга тушиб вақт релеси КТ га кучланиш беради. Вақт релеси ўз навбатида ўрнатилган вақтни санаб, оралиқ реле КЛ га «плюс» сигналини беради. Натижада, чиқиш релеси ишга тушади, нормал очик контаги ёпилади ва учиргичнинг блок контагидан ўтиб учирувчи электр магнит ВАТ га бўйруқ беради. Кўрсатувчи реле КН Ҳимояни ишлаганлиги Ҳақида сигнал беради.

4.2.3. Максималь токли Ҳимояларни параметрларини Ҳисоблаш.

Максималь токли Ҳимоянинг параметрларини Ҳисоблаш, уни ишлаш токи, вақтни танлаш Ҳамда сезгирлигини баҲолашдан иборатдир.

Ишлаш токини танлаш қуйидаги тўртта шарт асосида бажарилади.

1. Ҳимоя мумкин бўлган максимал ишчи токда ишламаслиги керак.

Демак, $I_{сз} > I_{иш.мак}$

2. Ташқи қисқа туташиб натижасида учгандан кейин ишга туширувчи органлар бошланғич Ҳолатига қайтиш шарт. $I_{сз} > \frac{I_{иш.мак}}{K_B}$

бунда $I_{сз}$ - Ҳимояни ишлатиш токи.

$I_{иш.мак}$ — ишчи максимал ток

$$K_B = \frac{I_{BP}}{I_{CP}} - \text{релени қайтиш коэффиценти.}$$

3. Ишлаш токини танлашда двигателларни ишга тушириш тоқларини Ҳисобга олиш керак.

$$I_{c3} > \frac{K_{c3}}{K_B} I_{ишмак};$$

бу ерда $K_{c3} = \frac{I_{пуск.д}}{I_{ном.д}}$ - двигателни ишга тушириш коэффиценти.

Бу одатда аниқ қийматларни Ҳисоблашлар билан аниқланади ёки бошлан\ич му-аммолар тарикасида бериб қўйилади.

4. Ҳисоблаш Ҳатолиги ток трансформаторлар ва релеларнинг Ҳатолигини Ҳисобга олиб, Ҳимояни тугалловчи ишлатиш токи асосида қуйидаги қўринишда бўлади.

$$I_{c3} = \frac{K_n K_{c3}}{K_B} I_{ишмак}$$

бу ерда K_n – ишончилилик коэффиценти.

$K_n = (1,15 - 1,2)$ ярим ўтказгичли реле учун.

$K_n = 1,5$ индукцион реле учун.

Реленинг ишлатиш токини аниқлаш учун ток трансформаторининг трансформациялаш коэффиценти ва ток трансформаторлари ва релеларнинг уланиш схемаларни Ҳисобга олиш шарт.

$$I_{cp} = \frac{K_n K_{c3} K_{cx}}{K_B K_{TT}} I_{ишмак}$$

K_{TT} -ток трансформаторининг трансформациялаш коэффиценти.

K_{cx} -схема коэффиценти бўлиб, у реле токнинг ток трансформаторини иккиламчи токига нисбатига тенг, яъни

$$K_{cx} = \frac{I_p}{I_{BT.T.T}}$$

Реленинг ишлаш вақтини танлаш.

Ҳимояни тўри ишлашини таъминлаш учун манбадан энг узоқдаги Ҳимояни ишлаш вақти кичик танланади. Ундан кейинги Ҳимояларнинг вақти манбага қараб Ҳар биридан кейингиси вақти Δt по\онага селективлик бўлиши учун ошиб боради. Яъни:

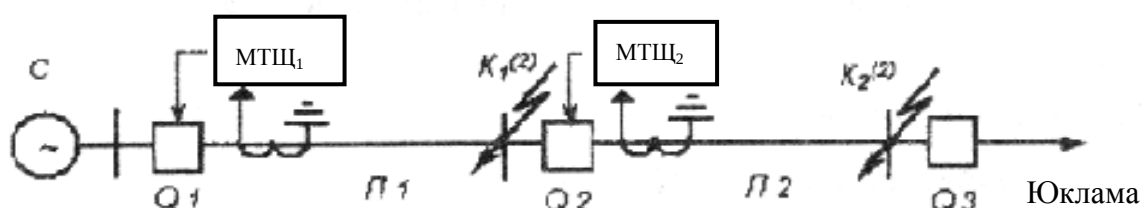
$$t_n = t_{n-1} + \Delta t$$

Ҳимоя сезгирлигини баҲолаш.

Ҳимоянинг сезгирлигини баҳолаш учун сезгирлик коэффиценти қиймати аниқланади.

$$K_{сез} = \frac{I_{кзмин}^{(2)}}{I_{сз}}$$

бунда, $I_{кзмин}^{(2)}$ - икки фазали қисқа туташишда минимал қисқа туташиш токи. Ҳимоя сезгирлиги икки режимда асосий ва захира режимида текширилади. (32-расм).



32 – расм. Ҳимоя сезгирлигини баҳолаш.

Агар МТХ₁ асосий Ҳимоя бўлиб ишласа сезгирлик линияни охиридаги яъни, К₁ нуқтадаги қисқа туташиш токи бўйича текширилади ва унинг коэффиценти 1,5 ва ундан юқори бўлиши мумкин.

$$K_{сез} = \frac{I_{кзмин(к1)}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,5$$

Агар Ҳимоя захираловчи режимда ишласа, линия охири К₂ нуқтадаги икки фазали қисқа туташиш токидан текширади.

$$K_{сез} = \frac{I_{кзмин(к2)}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,2$$

Хулоса

1. Максимал токли Ҳимоя анормал режимларда ёки қисқа туташишларда токни ошиб кетишига мос Ҳолда ишлашга асосланган.
2. Ҳимоянинг селективлиги ундаги сунъий вақтининг бўлиши билан бажарилади.
3. Ҳимоя ўзининг соддалиги ишончлилиги ва орзонлиги билан ажралиб туради.
4. қўйидаги характерли камчиликларни кўрсатиш мумкин.
 - ишлаш тезлигининг камлиги;
 - ўта юкланган линиялар ва узун линияларда сезгирлигининг камлиги;
 - Ҳалқасимон тармоқлар ва бир неча таъминлаш манбага эса бўлган радиал тармоқларда хато ишлаши .

4.3. Токли кесим.

Токли кесимни иш принципи. Токли кесим токли Ҳимоя турига қараб токни ошишидан ишлайди. Унинг максимал токли Ҳимоядан селективлигини таъминлаш тури билан фарқланади. Мисол тариқасида икки участкадан иборат бўлган бир тамонлама таъминланган линиянинг Ҳимоясини кўриб чиқамиз.

33- расмда кўрсатилган эгри чизик $I_R^{(3)} = f(L)$ бўланишда уч фазали қисқа туташининг токини қисқа туташин нуктасигача линия узунлигига мос Ҳолда ўзгариши кўрсатилган. Эгри чизик қуйидаги формула асосида кўрилган.

$$I_K^{(3)} = \frac{E_\phi}{X_c + X_o L_K}$$

бунда E_ϕ - тизимни фаза ЭЮК.

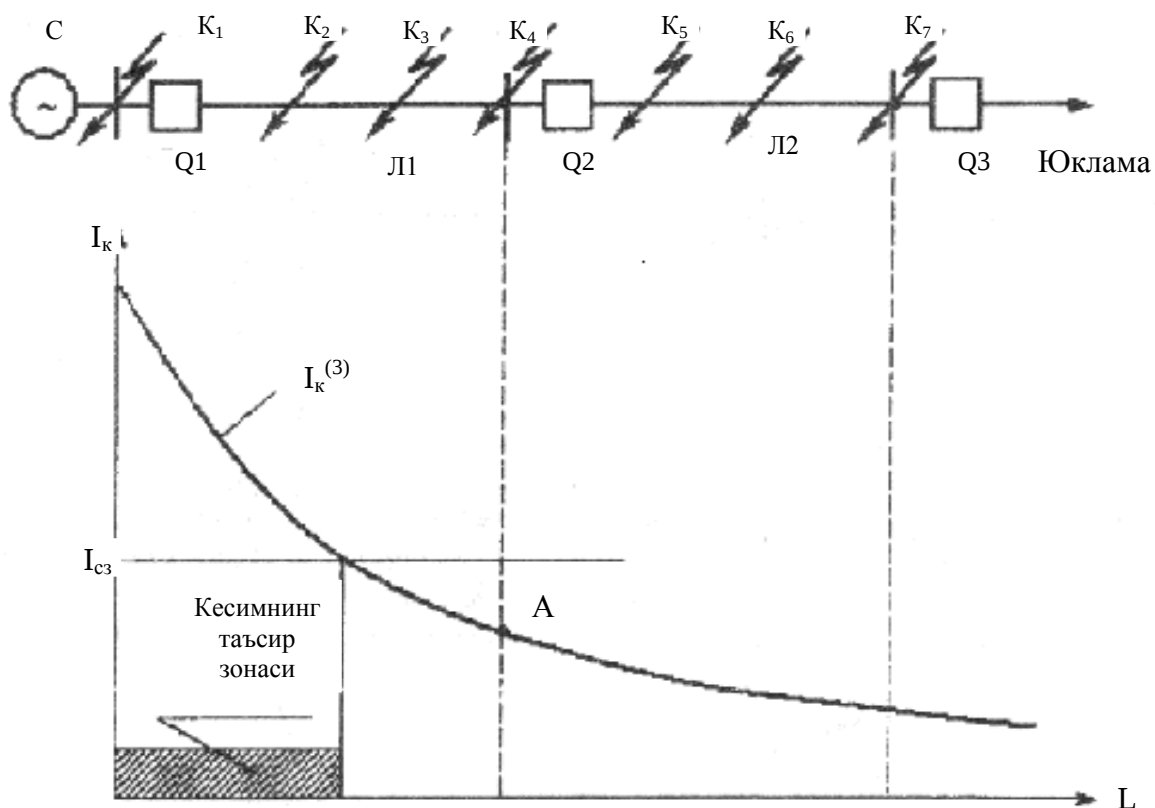
X_c - тизим қаршилиги.

X_o - 1 км учун солиштирма қаршилиқ.

L_K - қисқа туташин нуктасигача бўлган масофа.

Ҳимоя қисқа туташин содир бўлганда ўз зонасида ишлаб аралаш линиясида ишламаслиги учун созлаш шарти уч фазали қисқа туташин токи линиянинг охири учига нисбатан қуйидагича бўлади. $I_{сз} \geq I_{ку}^{(3)}$

Ток трансформаторлари Ҳатолиги ва релеларни Ҳатолигини Ҳисобга олсак $I_{сз} = K_u I_{ку}^{(3)}$ Ҳосил бўлади. бу ерда $K_u = (1,2 - 1,3)$ ишончлилик коэффиценти



33- расм. Бир тамонлама таъминланган линияда токли кесимни

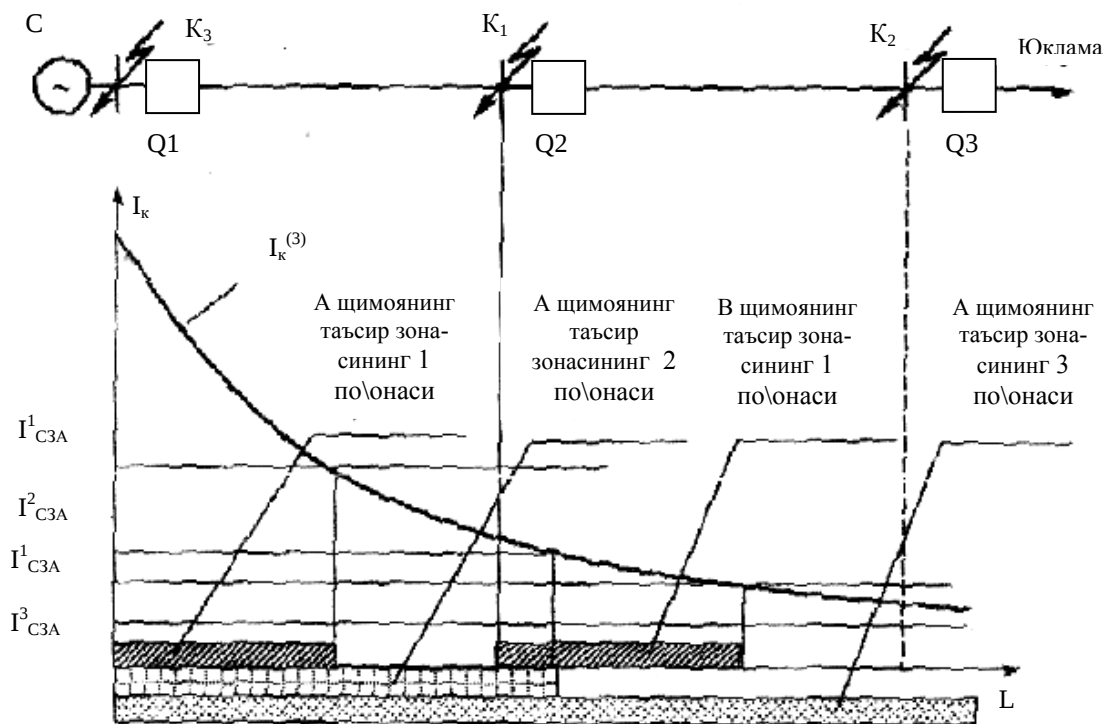
ишлаш принципи.

Шундай қилиб токли кесим вақт билан ишлашни талаб қилмайди ва унинг селективлиги (танлаб ишлаши) ундаги зонанинг чекланганлиги билан бажарилади. Токли кесимни ишлаш графиги. 33–расмда келтирилган

Токли кесим бутун зонани Ҳимоя кила олмаслигини Ҳисобга олиб уни асосий Ҳимоя деб санаб бўлмайди. Токли по'нали Ҳимоя деб токли кесимни максимал токли Ҳимоя билан бирга бажарилиб тез ишлайдиган Ҳақиқий Ҳимояга айтилади. Одатда по'нали токли Ҳимоялар уч по'надан иборат бўлади. Биринчи по'на – ўта тез вақтсиз ишлайдиган Ҳимояси бўлиб, бошлан'ич участкани Ҳимоялайди.

Иккинчи по'на – вақт билан ишлайдиган токли кесим бўлиб, қолган участкани ишончли Ҳимоя қилиш учун қўлланилади. Учинчи по'на – максимал токли Ҳимоя бўлиб, у яқиндан ва узоқдан захираловчи Ҳимоя функциясини бажаради.

По'нали токли кесим Ҳимоянинг ишлаш принципи билан электр тармо'ининг линиясини Ҳимояси сифатида 34 – расмда танишиб чиқамиз.



34- расм. Токли по'нали Ҳимояни ишлаш принципи.

Линиянинг АВ участкасида уч по'нали токли Ҳимоя, ВС участкасида эса икки по'нали токли Ҳимоя қўлланилган.

А ва В Ҳимояларнинг биринчи по'онасини ишлатиш токлари $I_{сзз}^1$ ва $I_{сзВ}^1$ бўлиб, улар қарама-қарши подстанция шиналаридаги уч фазали қисқа туташиш тоқларидан соزلанади.

$$I_{сзА}^1 = K_n I_{к1}^{(3)}; \quad I_{сзВ}^1 = K_n I_{к2}^{(3)};$$

А Ҳимоянинг иккинчи по'онаси бутун зонанинг ишончли Ҳимоя қилиш керак. Унинг ишлаш ток В Ҳимоянинг биринчи по'онаси билан келиштирилади. А Ҳимоянинг иккинчи по'онасининг ишлатиш токи

$$I_{сзА}^2 = K_n I_{сзз}^1$$

Ишлаш вақти $t_{сзА}^1 = 0,4 - 0,5$ секунд бўлади. Иккинчи по'она учун ишлаш вақти $t_{сзА}^2 = 0,5$ сек. Учинчи по'онанинг ишлатиш токи юклама режимларидан созланиб ишлаш вақти эса чиқиб кетувчи линиялар Ҳимоялари билан келиштирилади. Учинчи по'онани ишлатиш токи қуйидагича.

$$I_{сзА}^3 = \frac{K_n K_{сз}}{K_B} I_{ишмакс}$$

Ишончлилиқ ва қайтиш коэффицентлари Ҳар бир ток релеси турига бо'лиқ.

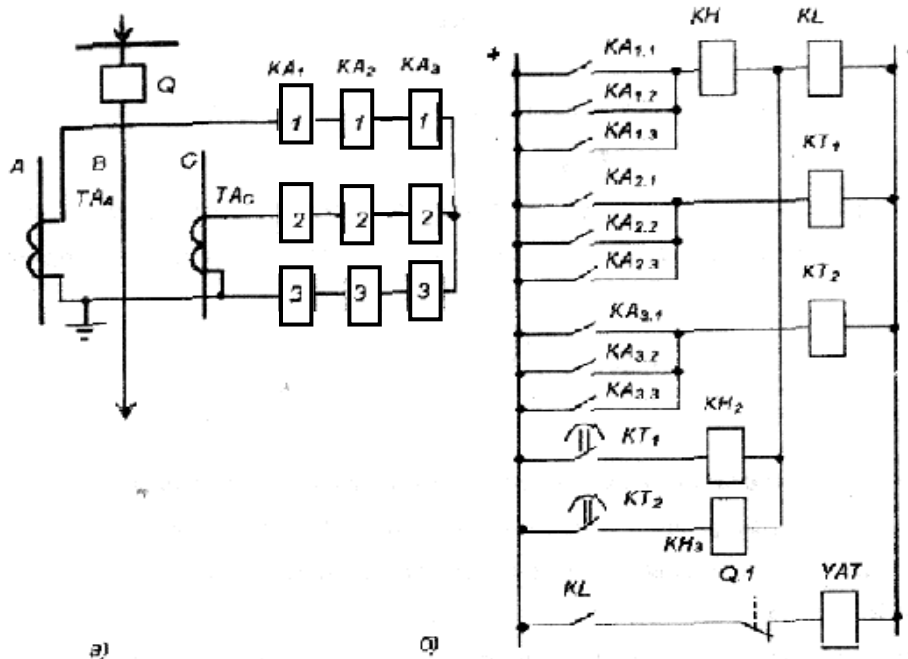
Токли по'онали Ҳимоя схемаларининг бажарилиш тартиби.

Ўлчовчи органлари тўлиқ бўлмаган юлдуз уланган токли по'онали Ҳимоянинг схемаси 34- расмда келтирилган.

Схеманинг ишлаш принципи. қисқа туташишда биринчи по'она зонасидаги биринчи, иккинчи ва учинчи по'оналарининг ишга туширувчи органлари ишлайди. Биринчи по'она релеси $КА_1$ бўйруқни чиқарувчи реле KL га беради. Иккинчи по'она релеси $КА_2$ вақт релеси. $КТ_1$ ни ишга туширади, учинчи по'она релеси $КА_3$ вақт релеси $КТ_2$ ни ишга туширади. Релелар $KL, КТ_1, КТ_2$ ни ишлаш вақтлари қуйидагича бўлади.

$$t_{KL} < t_{КТ1} < K_{Т2}$$

Албатта биринчи навбатда реле KL ишлаб вақтсиз қисқа туташиш ўчирилади. Иккинчи зонада қисқа туташишда бўлганда иккинчи ва учинчи по'она вақт релелари $КТ_1$ ва $КТ_2$ ишлайди. Биринчи бўлиб $КТ_1$ ишлайди ва қисқа туташиш 0,5 секунддан кейин ўчирилади. Учинчи по'она биринчи ва иккинчи по'она Ҳимоялари ишламай қолса ишлайди.



35-расм. Уч поʻнали токли Ҳимоя схемаси.

а) Ўзгарувчан ток занжири схемаси.

б) Ўзгармас ток схемалари.

Биринчи поʻлонанинг Ҳимоя сезгирлиги икки фазали қисқа туташишида Ҳисобланади.

$$K_{сез}^1 = \frac{I_{кзмин(кз)}^{(2)}}{I_{сз}}$$

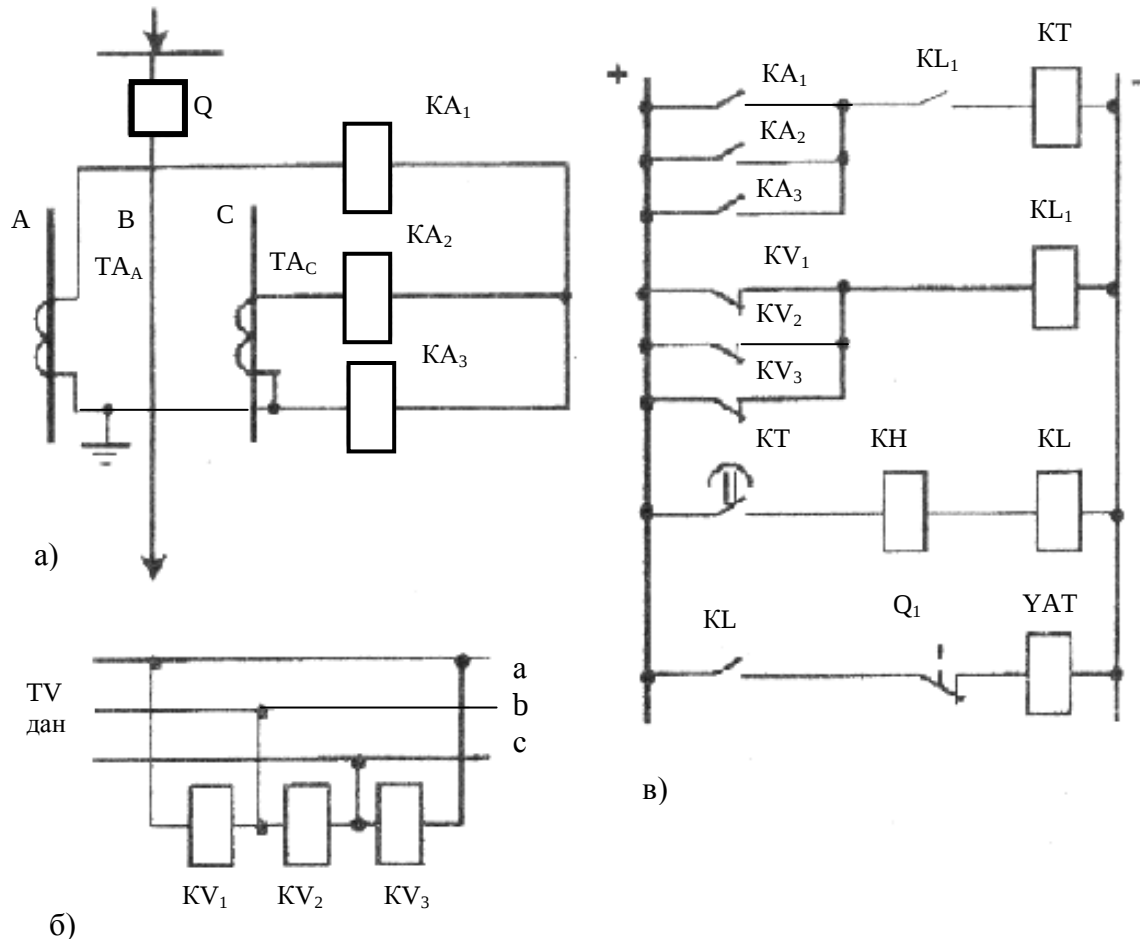
бу ерда, $I_{кзмин(кз)}^{(2)}$ Ҳимояланувчи линиянинг бошида икки фазали қисқа туташиш токи. Иккинчи поʻлонанинг сезгирлиги линия охиридаги икки фазали минимал қисқа туташиш токидан соланади. Унинг сезгирлик коэффиценти 1, 2- дан катта бўлиши керак. Учинчи поʻлона сезгирлиги оддий максимал токли Ҳимояникидек бўлади.

Хулоса.

1. Токли кесим, назорат қилинувчи объект токининг ошишидан ишлайди.
2. Селективлиги уларни таъсир зонасини чекланиши билан белгиланади.
3. Токли Ҳимоялар поʻнали токли кесим ва максимал токли Ҳимояни бирлашишидан юзага келади.
4. Поʻнали токли Ҳимоя Ҳалқасимон тармоқларда, бир неча манбага эга бўлган радиал тармоқларда талаб этиладиган селективликни таъминлайди.
5. Кўп юкланган линияларда поʻнали токли Ҳимоя талаб қилинадиган сезгирликни бажармайди.
6. Поʻнали токли Ҳимоялар асосан фазалар аро қисқа туташишда кучланиши 35 кВгача радиал тарқатувчи тармоқларда қўлланилади.

4.4. Кучланишда блокировка қилинувчи максимал токли Ҳимоя.

Электр жиҳозлар учун технологик қисмларини ортиқ юкланиши ва электр жиҳозларини ишга тушириш режимларида максимал токли Ҳимоянинг нотўғри ишлашини олдини олиш учун маълум бир Ҳимоя тури қўлланилади. Бу турни кучланиш билан блокировка қилиш Ҳимояси бажаради. Шу билан бир қаторда максимал токли Ҳимоянинг сезгирлигини ҳам ошириш учун хизмат қилади. Кучланиш билан блокировка қилинадиган максимал токли Ҳимояни принципиал схемаси 36-расмда келтирилган.



36- расм. Кучланиш билан блокировка қилинадиган максимал токли Ҳимоя.

- а) Ўзгарувчан ток занжири схемаси.
- б) Ўзгарувчан кучланиш занжири схемаси.
- в) Ўзгармас ток занжири схемаси.

Ишга туширувчи орган KA₁, KA₂, KA₃ ва урта минимал кучланиш релеси KV₁, KV₂, KV₃ бўлиб, уларнинг контакти логик кўпайтирувчи операцияни бажаради. Ишга туширувчи сигнал ток ва кучланиш релесини бир вақтда ишлаши, яъни қисқа туташини бўлганда пайдо бўлади.

Юклама режимда кучланиш релеси ишламайди ва Ҳимояни блокировка қилади. Шунинг учун Ҳимояни ишлатиш токи нормал ёки номинал режим токи шартидан келиб чиқиб танланади.

$$I_{сзА} = \frac{K_n}{K_B} I_{норм}; \quad I_{сзА} = \frac{K_n}{K_B} I_{норм};$$

Кучланиш бўйича ишга туширувчи орган, Ҳимоя ишламайдиган минимал ишчи кучланишидан келиб чиқиб танланади.

$$U_{сз} = \frac{U_{ишмин}}{K_H K_B};$$

бунда, $K_H = 1,1$ ишончилилик коэффиценти.

Танланган ишлатиш кучланишнинг қийматини сезгирликка текшириш қуйидагича бажарилади.

$$K_{сз} = \frac{U_{сз}}{U_{к.кол}};$$

Бунда $U_{хУ}$ – Ҳимояни ишлатиш кучланиши.

$U_{к.кол}$ – қисқа туташишда қолган кучланиш қиймати.

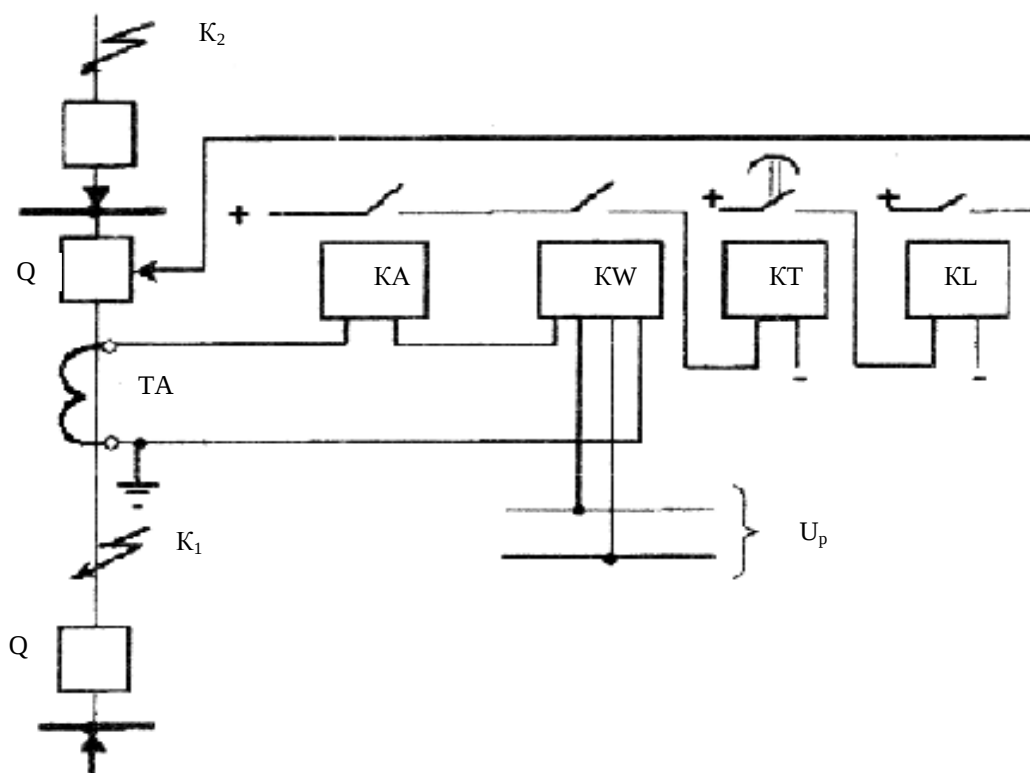
Бу сезгирлик Ҳимоя қилинадиган линиянинг охирида 1,5 дан катта, аралаш зоналарни охирида 1,2 дан катта бўлиши керак.

Хулоса.

1. қисқа туташишни қўшимча белгисини Ҳисобга олиш Ҳимоянинг юқори сезгирлигини белгилайди.
2. Кучланиш бўйича блокировка қиладиган максимал токли Ҳимоя электр жиҲозларнинг технологик ортиқча юкланишдан сақлаш мақсадида қўлланилади.

4.5.Максимал токли йуналтирилган Ҳимоя.

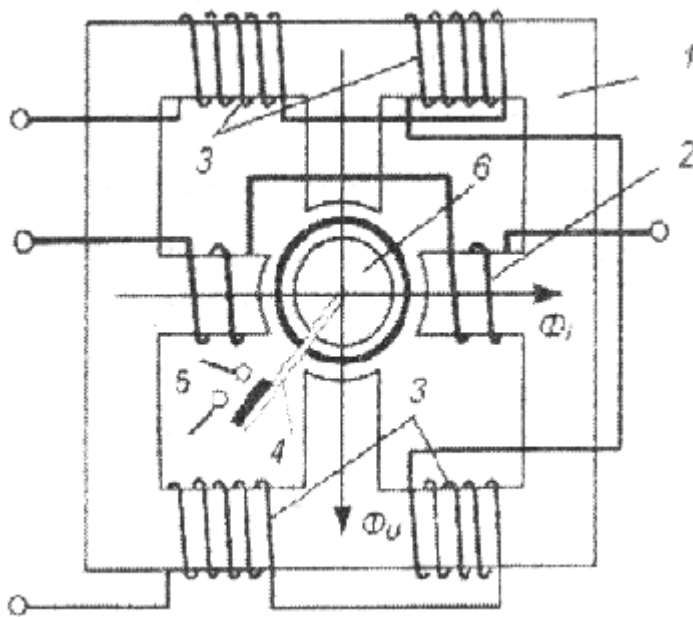
Максимал токли Ҳимояларни танлаб ишлашини таъминлаш учун бир тамонлама таъминланган Ҳалқасимон ва икки томондан таъминланган радиал тармоқларда Ҳимояни ишга туширувчи органи сифатида ток релеси ва қувват релеси контактларини кетма-кет уланганлиги билан характерланади. қувват йўналиш релеси (қувват релеси) ток йўналишининг мусбат қийматида ўз контактларини ёпади. Токнинг мусбат йўналиши деганда, токни шинадан линияга йўналиши тушинилади. Токли йуналтирилган Ҳимоянинг бир чизикли схемасини мисол сифатида 37- расмда кўриб чиқамиз.



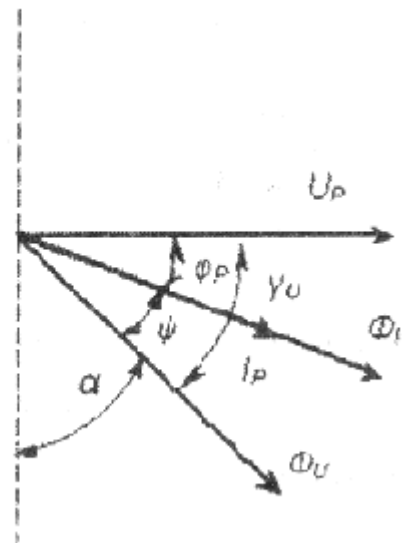
37-расм. Максимал токли йўналтирилган Ҳимоя.

Линиянинг K_1 нуқтасида қисқа туташиш бўлганда ток релеси KA_1 ва қувват релеси KW_1 ишлаб Ҳимоялаш вазифаси бажарилади. Зонадан ташқари K_2 нуқтада қисқа туташиш бўлганда эса ток линиядан шинага йўналган бўлади, бунда қувват релеси ишламайди ва Ҳимояни блокировка қилади. Ҳимоянинг ишлаш вақтини Ҳосил қилиш, унинг танлаб ишлаш талабини таъминлайди. Бунинг учун индукцион қувват релесини кўриб чиқамиз. (38-расм.).

Индукцион қувват релеси конструкция жиҳатидан тўрт қутбли магнит тизими 1ни ташкил қилиб, унинг ўзагида иккита чул\ам жойлашган. Бу ерда 2 ток чул\ами, 3 қучланиш чул\ами Ҳисобланади.



38-расм. Индукцион қувват релеси.



39-расм. Реленинг вектор диаграммаси.

Электромагнит кутблари орасида пулат узак ва кўз\алувчи алюминий ротор 6 га контакт 4 жойлашган. Чул\амлардан ток оқиш Φ_2 ва Φ_U магнит оқимлари Ҳосил қилинади. Бу оқимларни ўзаро таъсири натижасида индукцияланган айланма момент пайдо бўлади.

$$M_{\text{айл}} = K\Phi_1\Phi_U \sin \Psi$$

бунда Φ_1 – токли чул\ам Ҳосил қилган оқим.

Φ_U – кучланиш чул\ами Ҳосил қилган оқим.

Ψ - оқимлар орасидаги бурчак.

Агар магнит оқимлари Φ_1 ва Φ_U ни I_x ва U_x билан бурчак ψ ни унга тенг бўлган $\psi = 90^\circ - (\varphi_p + \alpha)$ алмаштирсак юқоридаги формула куйидагича бўлади.

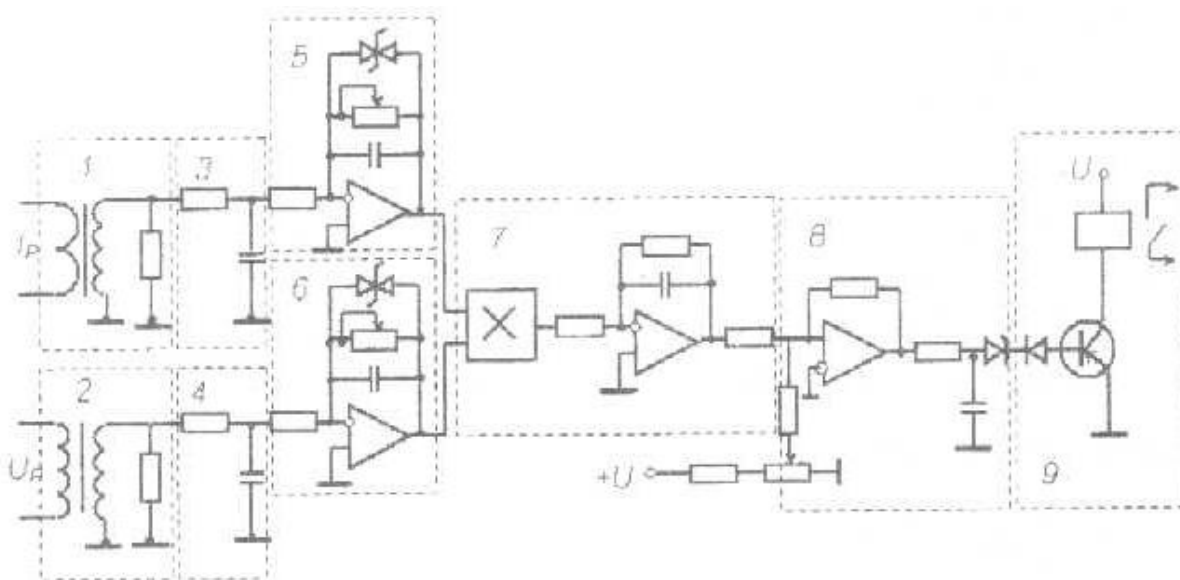
$$M_{\text{айл}} = K_1 U_x I_x \sin(90^\circ - (\varphi_p + \alpha)) = K_1 U_x I_x \cos(\varphi_p + \alpha)$$

Бурчак $\varphi_p = -\alpha$, бунда айлантирувчи моментнинг максимал бўлиши натижасида максимал сезгирлик бурчаги дейилади. Бурчак α кучланиш чул\амидаги токнинг қўйилган кучланишга нисбатан силжиши, реленинг ички сурилиш бурчаги дейилади.

Агар $\alpha = 90^\circ$ бурчакли уланса, бундай реле реактив қувватли ёки сонусли, агар $\alpha = 0$ бурчакда бўлса реле актив қувватли ёки косинусли дейилади. Бу релелар релели Ҳимояда кенг тарқалган. Ички сурилиш бурчагини ўзгартириш учун кучланиш чул\амига актив ёки си\им қаршилигини улаш кифоя.

Кўриб чиқилган реле қисқа туташиш қувватининг йўналишини аниқлайди. Момент белгисини ўзгартириши бирламчи занжирдаги токнинг йўналишини ўзгартириши билан бажарилади. K_1 нуктада қисқа туташиш бўлганда (37-расм.) момент йўналиши мусбат, K_2 нуктада эса манфий бўлади. Релели Ҳимоя схемаларида токнинг йўналишини аниқлайди ва шунинг учун бундай релелар қувват йўналиши релеси деб аталади.

Ярим ўтказгичли қувват релеси. Юқорида кўриб ўтилган қувват релеларидан ташқари саноатда ярим ўтказгичли қувват релеси ҳам ишлаб чиқарилади. Унинг мумкин бўлган турларидан бири микро электроника асосида бўлиб, у 40- расмда кўрсатилган.



40-расм. қувват релесининг принцинал схемаси.

Реле асосан кириш токини ўзгартгич 1, кучланиш \алтаги 2, частота блоки 3 ва 4, чеклаб кучайтирувчилар 5:6, қувват релесининг детектори 7, ўз навбатида интегратор ва қайта кўпайтиргич элементи 8, компараторда бажарилган ва бажарувчи блок 9 лардан иборат. Назорат қилинувчи объектдан узлуксиз информация ток ва кучланиш Ҳақида кириш ўзгартгичларидан ўтиб, паст частотали филтрларга берилади. Паст частотали филтрлар ва кучайтиргич, чеклагич ёрдамида ток ва кучланиш талаб қилинадиган амплитуда частотали каналнинг характеристикасини шакиллантиради. Детекторга кирадиган актив қувват белгиси сифатидаги сигналлар қайта кўпайтиргич ва интегратор ёрдамида актив қувватга пропорционал бўлган сигнални Ҳосил қилади.

Умумий Ҳолатда бузулиш содир бўлса, реленинг кучланиш чул\амига кирадиган сигнални куйидаги формула кўринишида ёзамиз.

$$U(t) = U_0 + U_{1m}\sin(\omega t + \psi_1) + U_{2m}\sin(2\omega t + \psi_2) + \dots + U_{nm}\sin(n\omega t + \psi_n)$$

бунда U_0 – доимий ташкил этувчиси.

U_{1m} - асосий гармоника амплитудаси.

$U_{2m} \dots U_{nm}$ – юқори гармоника амплитудалари.

$\psi_1 \dots \psi_n$ - Ҳар бир гармоникага мос келувчи бошланғич фазас.

Ток чулғамига кирувчи сигнални қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин.

$$I(t) = I_0 + I_{1m} \sin(\omega t + \psi_1 - \varphi_1) + \dots + I_{nm} \sin(n\omega t + \psi_n - \varphi_n)$$

Бунда, $\varphi_1 \dots \varphi_n$ - ток ва кучланишнинг гармоникалари орасидаги бурчак силжиши.

Ҳимояланувчи объектнинг занжиридаги ўртача қувват

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T U(t) I(t) dt$$

Кўп элементли интегрални Ҳисоблаб чиқсак қуйидаги йиғинди интегралларга айланади.

$$1. \frac{1}{T} \int_0^T U_0 I_0 dt = U_0 I_0$$

2. Бир хил частотали синусоидал кўринишидаги интеграллар.

$$\frac{1}{T} \int_0^T U_{km} I_{km} \sin(k\omega t + \psi_k) \sin(k\omega t + \psi_k - \varphi_k) dt = U_{km} I_{km} \cos \varphi_k$$

3. Ҳар хил частотали синусоидал бўлган интеграллар.

$$\frac{1}{T} \int_0^T U_{km} I_{1m} \sin(k\omega t + \psi_k) \sin(I\omega t + \psi_1 - \varphi_1) dt = 0$$

4. Интеграллар кўриниши

$$\frac{1}{T} \int_0^T U_0 I_{km} \sin(k\omega t + \psi_k - \varphi_k) dt = 0$$

ва

$$\frac{1}{T} \int_0^T I_0 U_{km} \sin(k\omega t + \psi_k) dt = 0$$

Умумий Ҳолда натижавий қувват

$$P = U_0 I_0 + U_1 I_1 \cos \varphi_1 + U_2 I_2 \cos \varphi_2 + \dots + U_n I_n \cos \varphi_n$$

Сигнал қайта кўпайтиргич ва интегратордан сўнг актив қувватга пропорционал равишда токнинг йўналиши бўйича мусбат ёки манфий белгига эга бўлади.

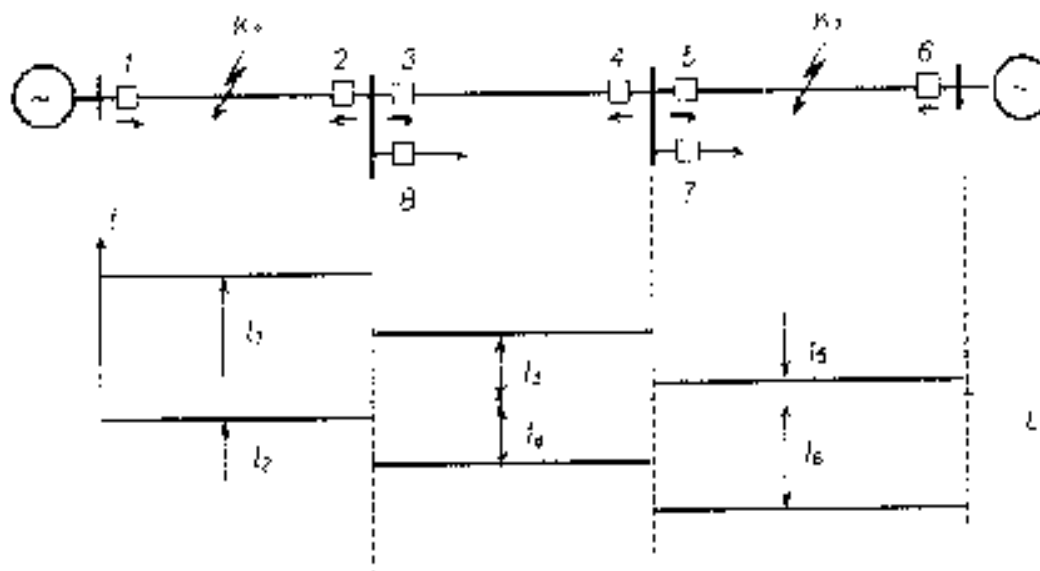
Ярим ўтказгичли қувват релеси индукцион релега нисбатан кам қувват қабул қилади, сезгирлиги юқори, ва аниқ ишлайди, кам эксплуатация харажатларини талаб этади.

Параметрларни Ҳисоблаш. Параметрларни Ҳисоблашга ишлатиш токи, вақти ва сезгирлигини баҳолаш билан бажарилади.

Ишлатиш токини танлаш. Йўналтирилган токли Ҳимоянинг ишлатиш токини танлаш, одатдаги токли Ҳимояларнинг токини танлаш сингари

бажарилади ва максимал юклама режимларидан фойдаланади. Бунда Ҳимояни созлаш, қувватнинг йўналиши шинадан линияга қараб бўлганда бажарилади.

Ҳимояни ишлаш вақтини танлаш. Вақтини қўйиш қарама қаршилиқ принципи асосида бажарилади. (41 – расм).



41-расм. Йўналтирилган токли Ҳимоянинг ишлаш вақтини танлаш.

Ишга тушурувчи органлари тоқларининг йўналиши стрелкалар билан кўрсатилган. Бундай Ҳолда K_1 нуқтада қисқа тутатиш содир бўлганда 1,3, 5,6, Ҳимояларнинг ишга тушириш органлари ишлайди. Бу режимда манбадан энг узок Ҳимоя

5 Ҳимоя Ҳисобланади. Шунинг учун унинг вақти t_{5k0} танланади. қолган Ҳимоялар учун эса $t_3=t_5+\Delta t$; $t_3=t_7+\Delta t$, ва $t_1=t_3\Delta t$; $t_1=t_8+\Delta t$ икки қийматидан катта танланади. K_2 нуқтада қисқа тутатиш бўлганда 1,2,4,6, Ҳимояларни ишга тушурувчи органлари ишлайди. Бунда манбадан энг узок Ҳимоя 2 бўлиб унинг вақти $t_2=0$ бўлади.

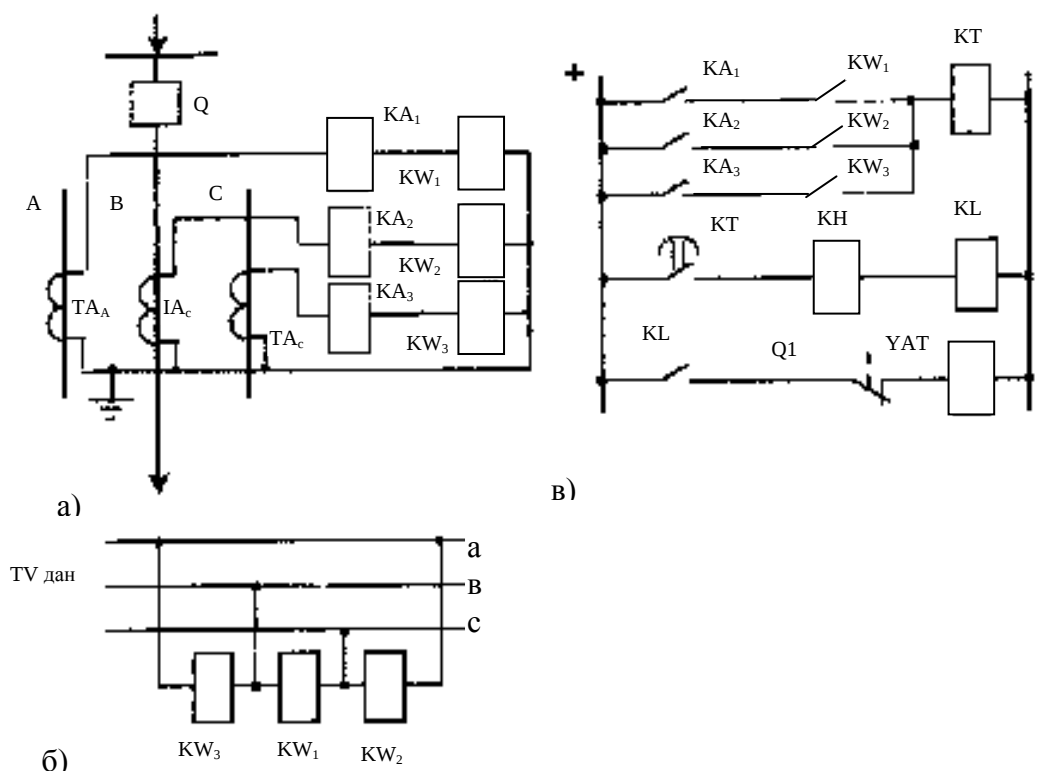
қолган Ҳимоялар учун $t_4=t_2+k\Delta t$; $t_4=t_8+k\Delta t$ ва $t_6=t_4+\Delta t$; $t_6=t_7+\Delta$ икки бирлик каттаси танланади.

Сезгирлигини баҲолаш. Максимал токли йўналтирилган Ҳимояни ишга туширувчи орган сезгирлигини баҲолаш, Ҳимоя қилинадиган линиянинг охири ва захираловчи линия охиридаги икки фазали қисқа тутатиш Ҳисобидан бажарилади.

Ҳимоя ўзини тутиш Ҳолатини баҲолашда икки режим: каскадли ишлаш режими ва Ҳимоянинг сезмайдиган зонасини кучланиш бўйича бўлиши билан Ҳимояни ишламай қолишидир. Бир томондан таъминланган Ҳалқасимон тармоқнинг манба яқинида қисқа тутатиш бўлганда (42-расм) қарама-қарши томон шинасидаги ток қиймати Ҳимояни ишлашига камлик қилади. Шунинг учун биринчи бўлиб, Ҳимоянинг қўйилиш вақти нисбатига қарамасдан манбага

яқин бўлган комплект ишлайди. Линия 6-Ҳимоя томонидан ўчирилгандан кейин 5 Ҳимоя ўрнатилган томонда ток ошиб, Ҳимояни ишлашига етарли бўлади. Бундай режим каскадли дейилади.

42 – рasm. Халқасимон тармоқ схемаси.



43- расм.Максимал токли йўналтирилган Ҳимоялар ва қувват релесининг 90°ли уланиш схемаси.

- А) Ўзгарувчан ток схемаси.
 Б) Ўзгарувчан кучланиш занжири схемаси.
 В) Ўзгармас ток занжир схемаси

3-жадвал.

30-градусли схема		90-градусли схема	
Ток фазалари	Кучланиш фазалари	Ток фазалари	Кучланиш 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}

Хулоса.

1. Токли Ҳимояда қувват йўналиши органини қўллаш Ҳалқасимон тармоқларда битта манбали ва икки томондан таъминланган радиал тармоқларда Ҳимояни танлаб ишлашини таъминлайди.
2. Ҳимоя соддалиги ва ишончлилиги билан ажралиб туради.
3. Камчилиги: - тез ишга кириб кета олмаслиги.
 - ўта юкланган ва узоқ масофали тармоқларда.
 - Кучланиш бўйича уч фазали қисқа туташини сезмайдиган зонасининг бўлиши

4.6.Масофадан Ҳимоялаш.

Масофадан Ҳимоялашнинг асосий иш режими қаршиликнинг ўзгаришини назорат қилиш билан бажарилади. Мисол, агар Ҳимояловчи объект линия бўлса (44-расм) у Ҳолда нормал Ҳолатда шинадаги кучланиш ва токнинг параметрлари номинал қийматга $U_{\text{л}} = U_{\text{норм}}$; $I_{\text{л}} = I_{\text{норм}}$ бўлади, Ҳамда қаршилиги $z_{\text{н}} = \frac{U_{\text{норм}}}{I_{\text{норм}}}$ нормал режимга тўри келади. Шинада қисқа туташуш содир бўлса кучланиш камаёди ва линияда ток ошади. қаршилик ўз навбатида камаёди. Яъни, қисқа туташушдаги линия қаршилиги $Z_{\text{к}} = \frac{U_{\text{к}}}{I_{\text{к}}} < Z_{\text{н}}$

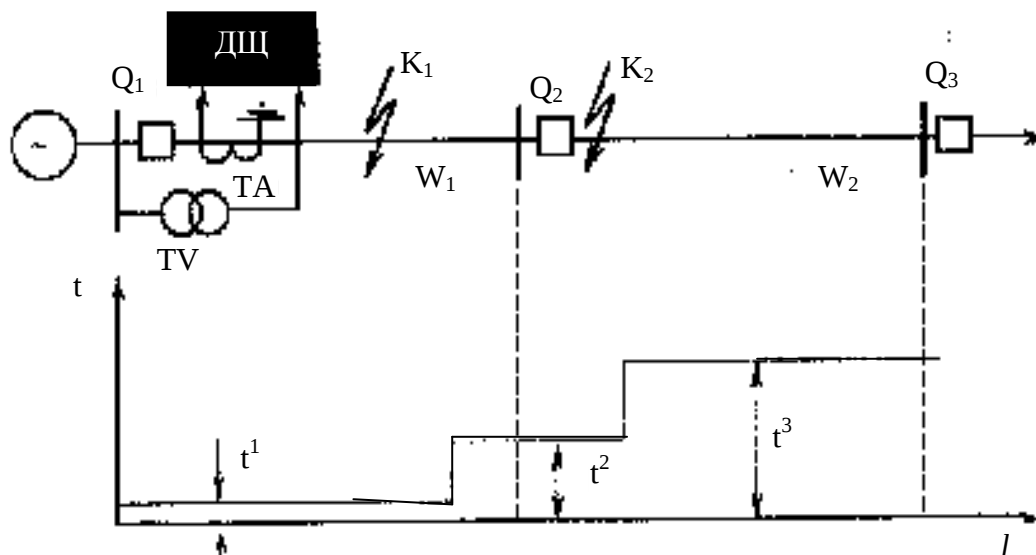
ўз навбатида $Z_{\text{к}} = Z_0 L_{\text{к}}$

Бунда Z_0 - 1 кмдаги линия қаршилиги Ом/км

$L_{\text{к}}$ - линия узунлиги (км)

Шундай қилиб қаршиликнинг ўзгаришини назорат қилиб, қисқа туташушни аниқлайди ва қисқа туташуш нуқтаси узоқлигини баъҳолайди.

Масофадан Ҳимоялаш одатда уч поёнали кўринишда бажарилади. 44-расмда унинг ишлаш вақти характеристикалари келтирилган.



44-расм. Масофадан Ҳимоялашнинг иш принципи.

Биринчи поёнада Ҳимояни ишга тушишидаги қаршилиги $Z_{\text{сз}} < Z_{\text{л}}$ яъни Ҳимоя қилинадиган линияда қисқа туташуш бўлганда Ҳимоя ишлайди. Агар ток ва кучланиш трансформаторлари идеал бўлса ва ўлчов органларида Ҳатолик бўлмаса, қаршиликлари тенг бўлади, Ҳимоя ишламайди. Лекин хатоликларнинг бўлиши аралаш участкалардаги қисқа туташуш, Ҳимояни нотўри ишлашига олиб келади. қоидага биноан биринчи поёнада линиянинг 85 % ни Ҳимоялайди. қисқа туташуш содир бўлганда биринчи поёна зонасида Ҳимоянинг ишлаш вақти $t^1 \neq 0$ бўлади. Иккинчи поёна бутун линияни ишончли Ҳимоя қилади. Унинг Ҳимоя зонаси аралаш линияга Ҳам ўтади. Шунинг учун

қисқа туташишда Ҳимоянинг селективлигини таъминлаш учун K_2 нуқтадаги қисқа туташишдан Ҳимоялашда, Ҳимоянинг ишлашини секинлатиш мақсадида $t^2 \approx 0,4-0,5$ сек ишлаш муддати белгиланади. Учинчи поўна эса яқин ва узоқдан Ҳимоялаш вазифасини ўтайди.

Масофадан Ҳимоялаш ўлчов органларининг характеристикалари.

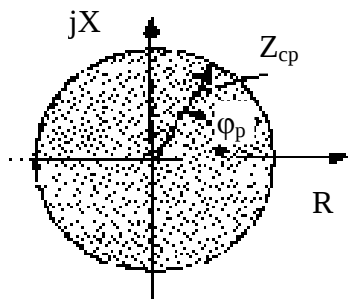
Масофадан Ҳимоялашнинг ўлчовчи органи сифатида индукцион ёки ярим ўтказгичли қаршилик релесидан фойдаланилади. Уни Ҳар хил турдаги релелардан фарқи шундаки релега бериладиган ток ва кучланиш Ҳақидаги информацияни ишлаб беришидир. Ҳар хил режимларда қаршилик релеси ўзини $Z_{yp}=f(\varphi_p)$ характеристикасига боғлиқлигидир. Бунда φ_p - релега бериладиган ток ва кучланиш орасидаги бурчакдир. Тўла қаршилиги Z , актив R ва реактив X қаршиликлардан иборат бўлиб, у қуйидагича аниқланади.

$$Z = R + jX \quad \text{ёки} \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

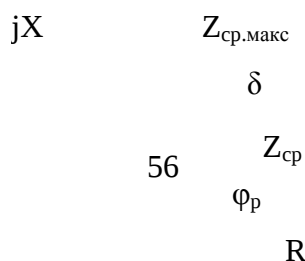
Шунинг учун қаршилик релесининг характеристикасини координата текислигида X ўқи ўрнида актив қаршилик R (горизонтиал) ва Y ўқи ўрнида индуктив қаршилик X қўйилиб (тик.ук.) улардан Ҳосил бўлувчи тўла қаршилик қурилади. Ўлчов органи юкланиш режимларидан ва ёй қаршилигини Ҳисобга олиб соланади.

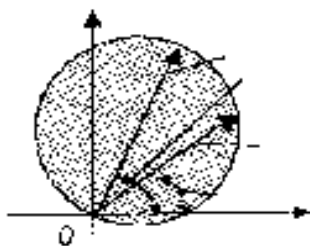
қаршилик релеси характеристикаларининг турлари.

1. Маркази координата бошида бўлган айланма характеристика



45-расм.





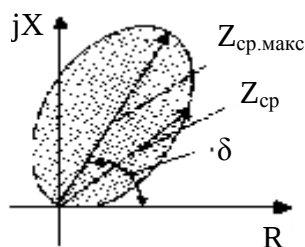
46-расм

Айлананинг тўлиқ қисм реленинг таъсир зонасидир. Бундай релеларнинг ишлаши φ_3 га боʻлиқ бўлмайди, шунинг учун тўла қаршилиқ релеси дейилади.

2. Координата бошидан ўтадиган айланма характеристика

(46-расм). Бундай характеристикали реле токнинг линиядан шинага оқишида ишламайди. Шунинг учун у йўналтирилган дейилади. Нуль нуқта Ҳимоя қилинадиган линия бошига тўри келади. Линия бошида қисқа туташиш бўлганда R ва X нулга тенг бўлиб, реле ишламайди. Бу эса унинг камчилигидир. Бурчак δ релени максимал ишлашида максимал сезгирлик бурчаги дейилади.

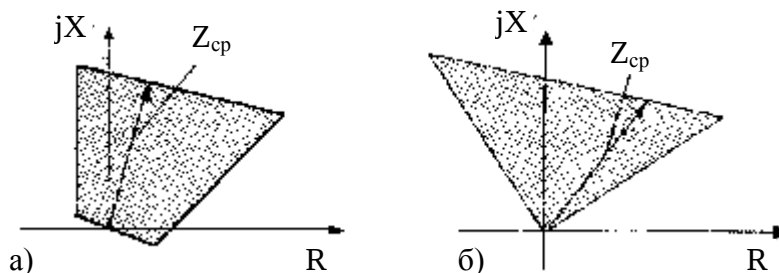
3. Эллиптик характеристикали реле (47- расм)



47-расм

Бундай характеристика Ҳимояни учинчи поʻлонасидан фойдаланилиб унинг мақсади ишчи режимларда созлаб ва юқори сезгирликни олишдир.

4. Кўп бурчакли характеристикали реле.



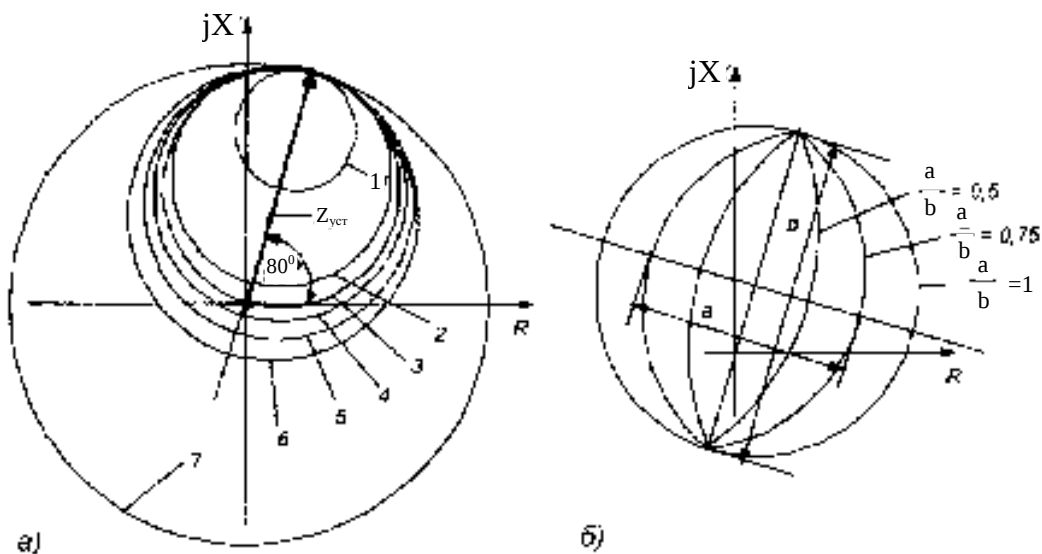
48-расм.

Тўрт бурчакли характеристика Ҳимояни иккинчи ва учинчи по\она наси учун ишлатилади.(48–а. расм.). Унинг юқори томони Ҳимояланувчи линиянинг охирги Ҳимоя зонасини белгилайди. Ён томони эса ишчи режимлардан созлашни таъминлайди. Чап томони эса уланиш жойига бериладиган қувват юкламасидан созланади. Пастки томони эса ўтиш қаршилиги орқали қисқа туташишда бузулишга яқин булган Ҳимоя ишини таъминлайди.

Учбурчак характеристика (48–б.расм) учинчи по\она қаршилиқ релеси учун қўлланилади ва юклама режимларидан созлаш талаб этилган сезгирликка риоя қилишни таъминлайди.

Масофадан бошқариш Ҳимояларидаги ўлчов органларининг бажарилиши.

Ҳозирги пайтда масофадан бошқариш Ҳимояларнинг ўлчовчи органлари кўп Ҳолатда аналогли интеграл микросхемаларда бажарилмокда. Мисол тариқасида масофадан бошқариш Ҳимоянинг схемаларида қаршилиқ релеси блоки БРЭ – 2801нинг қўлланилишини кўриб чиқамиз. Блок БРЭ – 2801 учта қаршилиқ релеси ва чиқиш блокидан иборат. Бу Ҳимоянинг қаршилиқ релесига қўйилган талабидан келиб чиқиб максимал сезгирлик бурчаги 65° ёки 85° бўлган ишлаш характеристикани олиш имконини беради. (49–а расм). У куйидаги шаклларга эга бўлади.



49- расм. БРЭ –2801 турдаги қаршилиқ релесини ишлаш характеристикаси.

- 1-Йўналтирилган айлана биринчи квадратга силжиган 5 дан 50 % гача силлик силжувчи қўйилишли;
- 2-Ростланмасда биринчи квадратга 5% қўйилиш қиймати билан биринчи квадратга сурилувчи йўналтирилган айлана;

3-Координат бошидан ўтувчи йўналтирилган айлана;

4 ,5,6, Берилган 5%, 12% ва 20 % ли қўйилиш қийматли учинчи квадратга силжиган Ҳолатдаги йўналтирилган айлана;

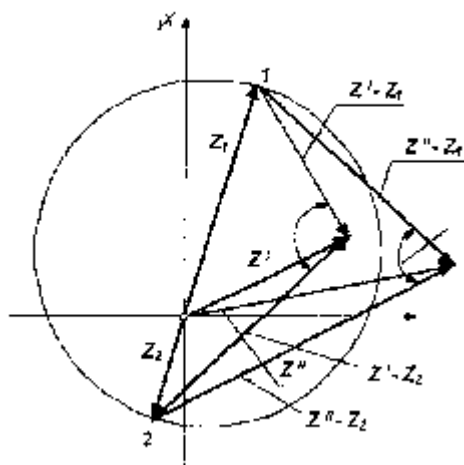
7-Маркази координат ўртасида бўлаган йўналтирилмаган айлана.

Схема релени кичик ва катта ўқлар бўйича айланани эллиптик характеристикага ўзгартириш назарда тутилган.

$$E = \frac{a}{b} = 0,75 \quad \text{ва} \quad E = \frac{a}{b} = 0,5$$

Яъни назарда тутиш керакки, реленинг силжиш характеристикасини ростлаш, унинг максимал сезгирлик бурчаги ва ишлатиш учун танлаб қўйилган қийматига таъсир этмайди.

Мисол тариқасида реленинг ишлаш принципи натижасидаги характеристикаси учинчи квадратга силжиган Ҳолатини кўриб чиқамиз.(50 расм.).



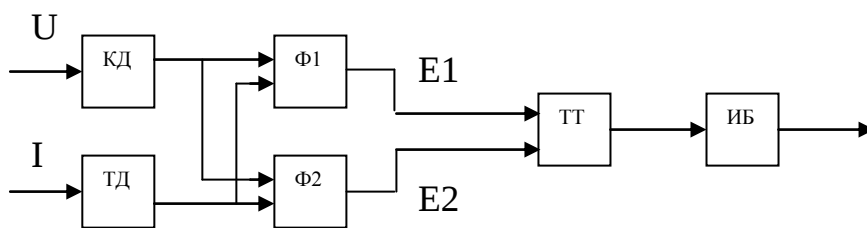
50-расм. қаршилик релесининг ишлаш принципи.

Айланада 1 ва 2 нуқталарни белгилаймиз ва ёрдамчи векторларнинг координата бошини Z_1 ва Z_2 болаймиз.

Ташки қисқа туташишда вектор $\vec{Z} = \vec{Z}^{11}$ айланадан ташқарида жойлашади ва бурчак α^1 векторлар фарқи $\vec{Z} - \vec{Z}_1$ ва $\vec{Z} - \vec{Z}_2$ орасидаги бурчак $\pi/2$ дан кичик бўлади.

қисқа туташиш зонада бўлса $\vec{Z} = \vec{Z}^1$ айлана ичида жойлашган бўлиб бурчак α эса векторлар $\vec{Z}_1^1 = \vec{Z}_1$ ва $\vec{Z}^1 = \vec{Z}_2$ орасида $\pi/2$ дан катта бўлади. Бу Ҳолатни Ҳисобга олиб $\vec{Z}$ векторларни топиш зонасида ёки зонадан ташқарида эканлигини аниқлаш мумкин. Реленинг ишлаш чегараси бурчаги $\alpha_{cp} = \pi/2$ га тенг бўлади.

Реленинг эллиптик характеристикаси айлананинг икки ён қисмини изоҳлайди. Бу Ҳолатда релени ишлаш бурчаги $\pi/2$ дан катта бўлади. 51-расмда қаршилик релесининг структура схемасини кўриб чиқамиз.



51-расм. қаршилик релесининг структура схемаси.

Линия кучланиш U ва фаза токлари I фарқиға пропорционал сигнал реленинг ўлчовчи органиға киради. Кучланиш датчиги КД ва ток датчиги ТД дан сигналлаш биринчи $\Phi 1$ ва иккинчи $\Phi 2$ фильтр йи\индини ўз ичига олувчи формалаш тугуниға ўтади. Формалаш тугунлари E_1 ва E_2 катталики юзаға келтиради ва уларни Ҳар бири ток ва кучланишни линияли функцияси бўлиб векторлар $\vec{Z} - Z_1$ ва $\vec{Z} - Z_2$ га пропорционал бўлади.

$$\vec{E}_1 = \vec{K}_{11}\vec{U} + \vec{K}_{12}\vec{I}$$

$$\vec{E}_2 = \vec{K}_{11}\vec{U} + \vec{K}_{22}\vec{I}$$

Бунда $\vec{U}/\vec{I} = \vec{Z}$ - қисқа туташиш жойигача бўлган келтирилган тўла қаршилик қиймати.

Коэффициентлар комплекси нисбати эса – $\vec{K}_{12}/\vec{K}_{11} = \vec{Z}_1$ ва

$\vec{K}_{22}/\vec{K}_{11} = \vec{Z}_2$ лар ёрдамчи векторлар қиймати бўлиб, реле характеристикасида координата бошидан муҳим нуқталар 1 ва 2 га ўтказилган. Ташкил топган E_1 ва E_2 кучланишлар таққослаш тугуниға (ТТ) киради. Нормал Ҳолатда ва ташқи қисқа туташишда бу кучланишлар орасидаги бурчак ишлаш бурчагига етмайди ва реле ишламайди.

Агар қисқа туташиш зонада бўлса сигналлар (E_1 ва E_2) орасидаги бурчак ошади ва $\pi/2$ дан катта бўлади. У релени ишлашиға олиб келади. Ижрочи блок электромагнитли реле шаклида икки контактли қилиб бажарилган. БРЭ – 2801 блок кучланиши 110-500 кВ бўлган линия ва трансформаторни масофадан бошқариш Ҳимоясини юзаға келтириш имконини беради. қаршилик релесининг хатолиги 10 % дан ошмайди. Ишлаш вақти 70 мс гача бўлиб, қайтиш коэффициенти 1,15 гача ўзгаради ва у максимал сезгирлик бурчаги қийматига бо\лиқ ўзгаради.

Масофадан бошқариш Ҳимоянинг структура схемаси.

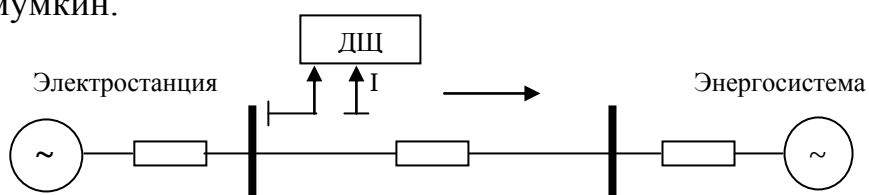
Масофадан бошқариш Ҳимоянинг типли вариантларидан бири 52 -расмда келтирилган.

Схемани ишлаши. Ҳимоянинг биринчи зонасида қисқа туташиш бўлганда биринчи масофадан бошқариш орган KZ_1 , иккинчи KZ_2 ва учинчи

Сигналлар логик кўпайтиричдан чиқиб, чиқишдаги реле KL га ва вақт релелари KT_2 , KT_3 га берилади. Биринчи бўлиб реле KL ишлайди ва вақтсиз ўчиргични ўчиришга буйруқ беради. қисқа туташиш Ҳимояни иккинчи зонасида бўлганда масофадан бошқариш Ҳимоясининг органлари KZ_2 , ва KZ_3 ишлайди. Вақт релеси KT_2 маълум вақт ўтгандан кейин (0,4 – 0,5 сек) ўчиргични ўчиришга буйруқни тайёрлайди. Сўнг KL ишлаб ўчиргични ўчиришга буйруқ беради.

4.7. Тебранишидан блокировкани бажариш.(принциплари) тамойиллари.

Бундай Ҳолларда қаршилик релеси, қаршиликни камлигида ёл\он ишлаши мумкин.



$$X_T \quad U_T \quad X_L \quad X_c$$

53-расм. қабул қилувчи энергетик тизимда электр станциянинг ишлаш схемаси.

U_T - электр станция шинасидаги кучланиш;

X_T - генератор қаршилиги;

X_L - алоқа линияси қаршилиги;

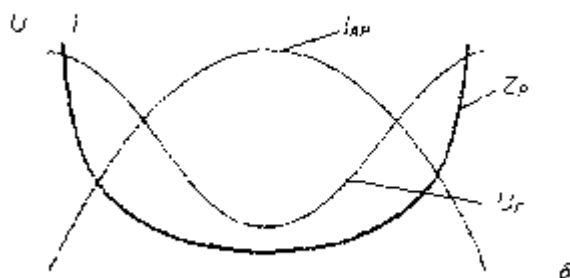
X_c - система қаршилиги;

Ишлаш (принципи) тамойили бўйича тебранишдан блокировка қилувчи қурилма икки гуруҳларга бўлинади.

1. қисқа туташуш ва тебраниш қисқа вақтга ҳеч бўлмаганда Ҳалокатни ташкил этувчисига фарқ қилади.

Масалан: Тескари кетма-кетлик тоқлари.

2. қисқа туташуш ва тебраниш тоқ Ҳамда кучланишнинг ўзгариш тезлиги билан фарқланади.



54-расм. Тоқ ва кучланишнинг асинхрон режим пайтида ўзгариши.

U_T - Ҳимоя қурилмаси ўрнатилган жойидаги кучланиш;

$I_{A.P}$ - асинхрон режимдаги тоқ ;

δ - генератор ва тизим электр юритувчи кучлар (ЭЮК) орасидаги бурчак.

4.8. Масофадан бошқариш Ҳимояларнинг ишлар (параметрлари) катталикларни танлаш.

Биринчи по\онада ишлашни Ҳимоя қилиш учун бирламчи қаршилигининг қийматларини танлаш билан қарама-қарши подстанциядаги шинасида қисқа туташуш соланади.

$$Z_{c.з}^1 \leq K_n Z_L$$

Бу ерда, ишончлилик коэффиценти $K_n = (0,8 - 0,85)$ бўлиб, тоқ ва кучланиш трансформатори, қаршилиқ релеси Ҳамда Ҳисоблашлардаги хатоликни Ҳисобга олади.

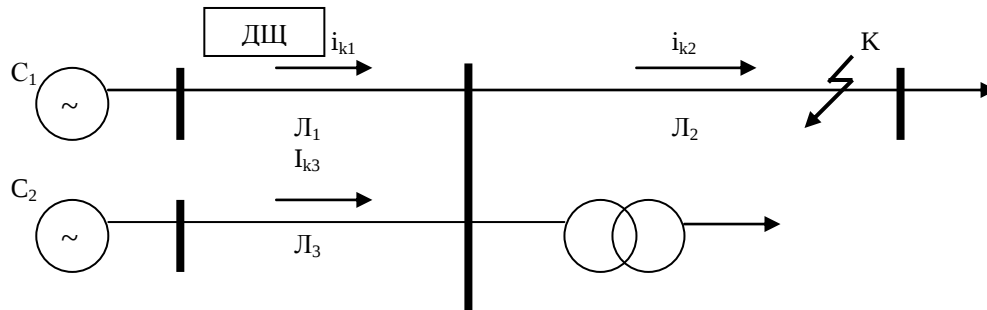
Z_L - Ҳимоя қилинадиган линия қаршилиги.

Иккинчи по\онада ишлашининг бирламчи қаршилиги қуйидагича аниқланади.

1. Аралаш линияни масофадан бошқариш Ҳимоянинг биринчи по'наси ишлаш зонаси охиридан соزلанади.

$$Z_{с.з.}^{II} = K_n (Z_{л1} + \frac{K_n}{K_{ток}} Z_{л2})$$

бунда $Z_{с.з.}^{II}$ -линия Л1 ни масофадан бошқариш Ҳимоясининг иккинчи по'насида ишлайдиган бирламчи қаршилик



55-расм. Масофадан бошқариш Ҳимоянинг параметрларини Ҳисоблаш схемаси.

$Z_{л1}$ - Ҳимоя Ҳилинадиган линия қаршилиги.

$Z_{л2}$ - аралаш линия қаршилиги.

$K_{ток}$ - ток таксимланиш коэффициенти.

Бу коэффициент 55 – расмдаги хол учун қисқа туташиш токининг линиядаги токига нисбатига қуйидагича бўлади..

$$K_T = \frac{I_{к1}}{I_{к2}}$$

2. Трансформатор подстанция орасидаги қисқа туташишда созлаш.

$$Z_{с.з.}^{II} = K_n (Z_{л1} + \frac{Z_T}{K_{ток}}) \quad \text{бўлиб}$$

бунда Z_T - трансформаторнинг қаршилиги.

Ҳисобланган ишлаш қаршилигининг қийматидан кичик бўлган қиймати танланади. Иккинчи по'нанинг сезгирлик коэффициентини қуйидагича аниқланади.

$$K_r = \frac{Z_{с.з.}^{II}}{Z_{л1}} \geq 1,25$$

Иккинчи по'нанинг ишлаш вақти 0,4-0,5 сек бўлади.

Учинчи по'нани ишлаш қаршилиги юклама режими шартидан келиб чиқиб соزلанади.

$$Z_{сзз}^{III} \leq \frac{U_{мин} \sin \varphi_{хис.юклама}}{\sqrt{3} I_{н.макс} K_n K_B \sin \varphi_{м.ч.}}$$

бунда $U_{мин}$ - подстанция шинасидаги минимал кучланиш;

$I_{н.макс}$ - юкламани максимал токи;

$K_n = (1,2 - 1,25)$ - ишончилилик коэффициенти;

K_B - қайтиш коэффициенти;

$\varphi_{хис.юкл}$ - юкламанинг Ҳисобий бурчаги;

$\varphi_{м.ч.}$ - релени максимал сезгирлик бурчаги;

Талаб этиладиган сезгирлик коэффициенти захира зонаси охиридаги қисқа туташishi бўйича баҲоланади. Унинг қиймати 1,2 дан кам бўлмаслиги керак.

Реленинг ишлаш қаршилигини бирламчи қаршилигидан фойдаланиб қайта Ҳисоблаш.

$$Z_{cp} = Z_{сз} \frac{n_{т.А}}{n_{т.В}}$$

бунда Z_{cp} - релени ишлаш қаршилиги;

$Z_{сз}$ - Ҳимояни ишлашдаги бирламчи қаршилиқ;

$n_{т.А}$ - ток трансформаторининг трансформация коэффициенти;

$n_{т.В}$ - кучланиш трансформаторининг трансформация коэффициенти.

Хулоса

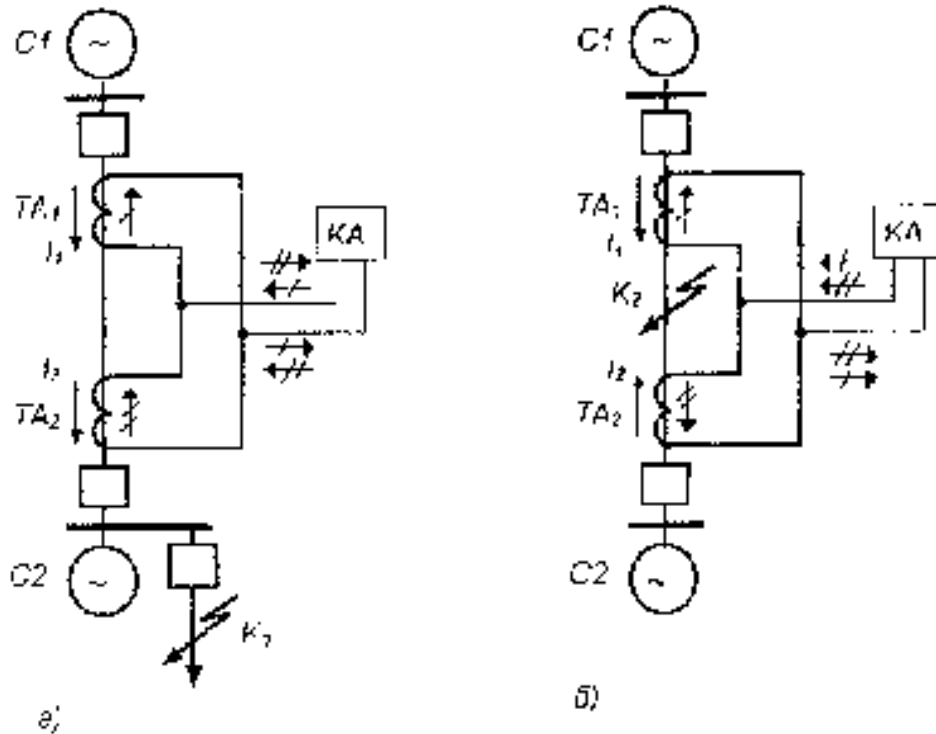
1. Масофадан Ҳимоялашнинг ишлаш (принципи) тамоили уларнинг қаршилигини назорат қилинишига асосланган.
2. Масофадан Ҳимоя қилиш исталган конфигурацияли ва исталганча манбалар сонидан катъий назар талаб этиладиган селективликни қаноатлантиради.
3. Ҳимоя узининг юқори даражада тез ишлаши билан ажралиб туради.
4. Масофадан Ҳимоянинг линия Ҳимоясида уч по\онали тури мавжуд.
5. Масофадан Ҳимоя кучланиши 110 – 220 кВ бўлган тармоқларда фазалараро қисқа туташishдан асосий Ҳимоя сифатида қўлланилади.

5. Абсолют танлаб ишлайдиган Ҳимояларнинг асосий алгоритмлари.

Абсолют танлаб ишлайдиган Ҳимояларга бўйлама ва кўндаланг дифференциал Ҳимоялар ва дифференциал–фазали юқори частотага эга бўлган Ҳимоялар киради.

5.1. Бўйлама дифференциал Ҳимоя.

Бўйлама дифференциал Ҳимоянинг иш таъминлини икки томондан таъминланган линия мисолида кўриб чиқамиз. (56- расм). Ҳимояни бажариш учун линиянинг иккала охирига коэффицентлари тенг бўлган ток трансформаторлари ўрнатилиб, уларнинг иккиламчи чўл\амлари уланиб, чул\амга параллел ток релеси уланади.



56-расм. Бўйлама дифференциал Ҳимоянинг схемаси.

а) қисқа тутатиш зона ташқарисида.

б) қисқа тутатиш таъсир зонасида.

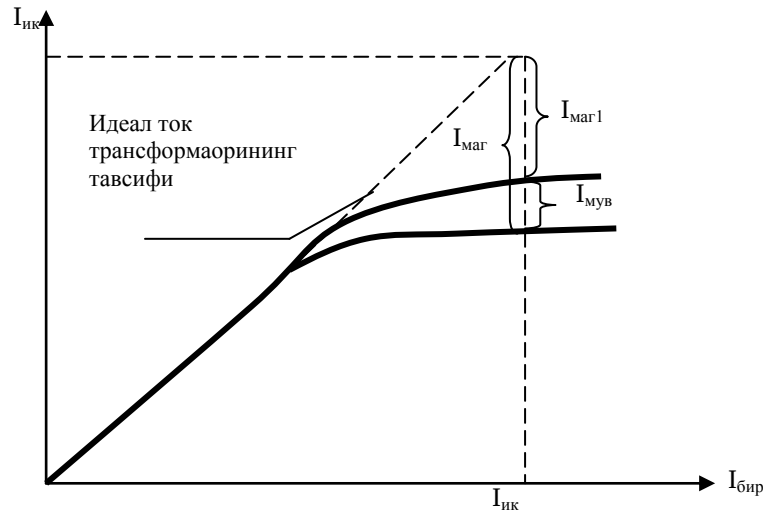
Нормал иш режимида ёки ташқи қисқа тутатиш пайтида, яъни K_1 нуқтада қисқа тутатиш бўлганда иккала ток трансформатордан бир хил ток оқади. Шунинг учун иккиламчи токлари фарқидан реленинг ишлашини Ҳисобга олсак, унда реледаги ток нолга тенг бўлади.

$$I_p = \frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} - \frac{I_2}{n_{\text{ТТ}}} \approx 0$$

Агар қисқа тутатиш Ҳимоя зонасида бўлса, K_2 реледан оқадиган иккиламчи тоklar йи\индисидан иборат бўлади ва реле ишлайди.

$$I_p = \frac{I_1}{n_{TT}} + \frac{I_2}{n_{TT}} \neq 0$$

Ташқи қисқа туташишда ток трансформаторлар идеал бўлса, реледан оқадиган тоklar нолга тенг бўлади. Реал трансформаторлар хатоликка эга бўлганлиги учун, реледан мувозанатсиз тоklar оқади. Бу мувозанатсизликнинг сабабини қуйидаги 57-расмдан тушиниб оламиз.



57- расм. Дифференциал Ҳимоянинг мувозанатсизлик токи.

$I_{бир}$ -бирламчи ток; $I_{ук}$ -трансформатор токининг иккиламчи токи
 $I_{к.т.}$ -қисқа туташиш токи; $I_{маг1}, I_{маг2}$ -биринчи ва иккинчи ток трансформаторлар ТА1, ТА2 нинг магнитланиш токлари
 $I_{мув}$ -дифференциал Ҳимоянинг мувозанатсизлик токи.

Биринчи ва иккинчи характеристикани таққослаб, мувозанатсизлик токи характеристика $I_{мув} = I_{маг1} + I_{маг2}$ лар устма-уст тушса, мувозанатсизлик токи нолга тенг бўлар эди. Шунинг учун ташқи қисқа туташишда Ҳимоянинг ишлаб кетмаслиги учун, мувозанатсизлик токидан Ҳимоянинг ишлатиш токи катта бўлиши керак.

$$I_{хим} \geq K_{хим} \cdot I_{хим-мак}$$

Мувозанатсизлик токини аниқлаш учун яқинлик бўланишидан фойдаланилади. Яъни

$$I_{мув} = K_A \cdot K_{одн} \times f_i I_{к.т.мак}$$

бунда, K_A — қисқа туташиш токининг опериодик ташкил этувчисидир. Агар ишга туширувчи реле оддий ток релеси бўлса, унда K_A Ҳимоянинг ишлаш вақти t_x га боʻлиқ бўлади.

агар $K_A = 2$ булса $t_x = 0,1$ сек бўлади

агар $K_A = 1,5$ $t_x = (0,1 - 0,3)$ сек.

агар $K_A = 1$ $t_x = 0,3$ сек.

$K_{\text{бир } \tau} = (0,5 - 1)$ бир турлилик коэффиценти бўлиб, иккиламчи тоklar қиймати бир хил бўлганда 0,5 танланади. $f_i = 0,1$ ток трансформаторларининг хатолиги $I_{\text{к.т.таш.мак.}}$ -ташқи қисқа туташуш токининг максимал қиймати.

Хулоса

1. Буйлама дифференциал Ҳимоянинг иш тамоили, объектнинг охирларидаги тоklarни таққослашга асосланган.
2. Иш тамоили бўйича Ҳимояга ишлаш вақтини камайтириши талаб этилмайди.
3. Ток трансформаторларининг иккиламчи чул\амларини бо\лаш учун назорат кабелли керак бўлиши натижасида буйлама дифференциал Ҳимоя линияларда камроқ қўлланилади.
4. Генераторларни, трансформаторлар ва шиналарни химоялаш дифференциал Ҳимоя сифатида кенг тарқалган Ҳимоялаш.

5.2. Кўндаланг дифференциал Ҳимоя.

Кундаланг дифференциал Ҳимоянинг иш тамоилини 58– расмда тасвирланган тармоқ мисолида кўриб чиқамиз.

Ҳар бир параллел линияларнинг охирларида бир хил трансформация коэффицентиغا эга бўлган ток трансформаторлар ўрнатилган. Ток трансформаторларнинг иккиламчи чул\амлари бир бири билан уланган бўлиб, тоklar фарқи схемасига асосланган. Иккиламчи чул\амларига параллел қилиб ишга туширувчи орган, ток ва қувват релеси уланган.

Нормал режимда ва ташқи қисқа туташуш бўлганда K_1 нуктада реледаги ток умуман бўлмайди. Яъни

$$I_{p1} = \left(\frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} - I_{\text{маг.1}} \right) - \left(\frac{I_2}{n_{\text{ТТ}}} - I_{\text{маг.2}} \right) = I_{\text{мак}}$$

$$I_{p2} = \left(\frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} - I_{\text{маг.1}} \right) - \left(\frac{I_2}{n_{\text{ТТ}}} - I_{\text{маг.2}} \right) = I_{\text{мак}}$$

Бунда I_1 ва I_2 параллел линиялардан ўтаётган тоklar бўлиб, улар ўзаро тенгдир. Реле орқали фақатгина ток трансформаторларининг Ҳатолиги сабабли оқадиган мувозанатсизлик токи бўлганлиги учун Ҳимоя ишламайди.

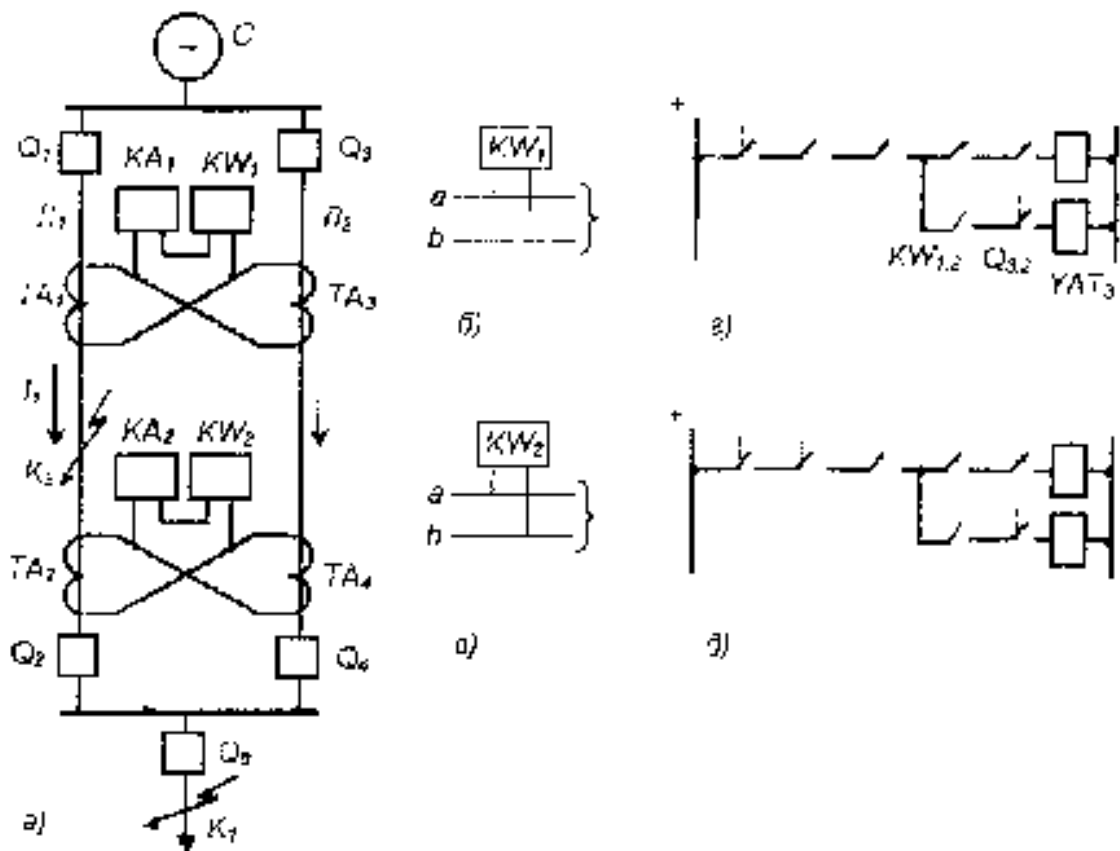
Агар бирор параллел линиядан бирида, яъни K_2 нуктада қисқа туташуш бўлса, биринчи комплектдан оқадиган ток $I_{p1} = \frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} - \frac{I_2}{n_{\text{ТТ}}} \neq 0$ бўлади.

Шунингдек бу ҳолда ток $I_1 > I_2$ бўлади ва 1 – комплектнинг Ҳимояси ишлайди.

Бир вақтда 2 – комплект ҳам ишлайди. Бундай ҳолда реледан оқадиган ток

$$I_{p2} = \frac{I_2}{n_{TT}} - \left(-\frac{I_2}{n_{TT}} \right) \neq \frac{2I_2}{n_{TT}} \text{ бўлади.}$$

Ҳар бир комплектда қувват релеси линиянинг ҳалокатга учраган ҳолатида танланади.



58- расм. Параллел линияларнинг кўндаланг дифференциал Ҳимояси.

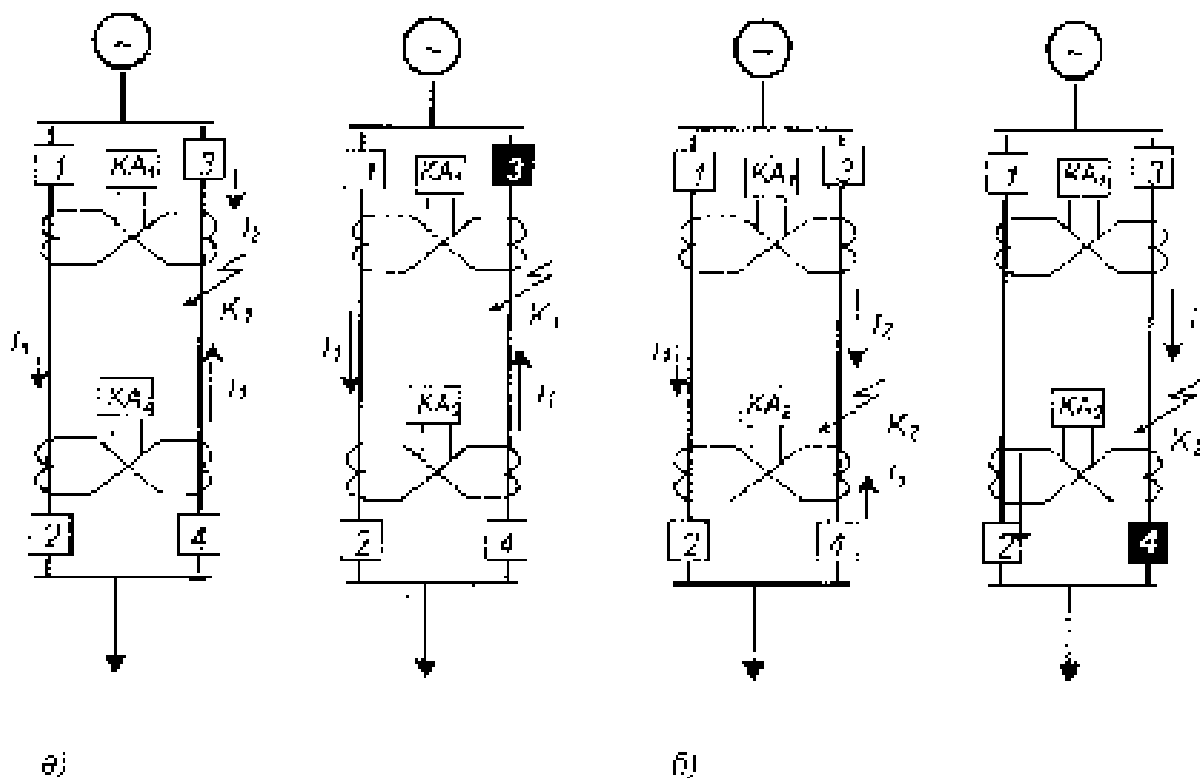
а-ток занжири;

б, в-кучланиш занжири;

г, д -ўзгармас ток занжири;

Агар параллел линиялардан бири ўчирилса, ўчган ўчиргичларнинг блок контаклари орқали Ҳимояланишини ташқи қисқа туташиларда тўхтатиб қўяди. Иш тамоили бўйича кундаланг дифференциал Ҳимояга, қисқа туташилар зонасида бўлганда вақт қўйилиши талаб этилмайди. Чунки бир

вақтда икки комплект ишлаб, вақтсиз ўчиргичларни ўчиради. Лекин қисқа туташуш линиянинг боши ёки охирида бўлса Ҳимоя каскадли ишлайди.



59-расм. Кундаланг дифференциал Ҳимоянинг каскадли ишлаши.

- а) қисқа туташуш линия бошида.
б) қисқа туташуш линия охирида.

Линия бошида (K_1 нуктада) қисқа туташуш содир бўлса ток $I_1 \ll I_2$ бўлади ва I_1 ток иккинчи комплектни ишлатишга ожизлик қилади. Шунинг учун учиргич 4 фақатгина учиргич 3 дан кейин учирилади. Чунки бузилиш токининг Ҳаммаси 2 – чи комплекздан оққан бўлади.

Линия охирида K_2 нуктада бузилиш бўлса тоқлар $I_1 \approx I_2$ бўлади. Бунда комплект 2 ишлаб, учиргич 4 ни учиради ва шундан сўнг комплект 1 иккинчи ўчиргични ўчиради.

Кундаланг дифференциал Ҳимоянинг ишлатиш токи икки шарт асосида бажарилади.

1. Ҳимоя – ташқи қисқа туташушда энг катта мувозанатсизлик токидан ишламаслик керак.

$$I_{сз} \geq K_n (I_n^1 + I_n^{\parallel})$$

Бунда $I_{нб}^1 = K_A K_{одн} f_i I_{к.т.вн.мак.}$

Мувозанатсизликни ташкил этувчи асосан ток транс-форматорларнинг Ҳатолигидан келиб чиқади. Коэффициентлари ва формулалари худди буйлама дифференциал Ҳимояники сингари бўлади.

Бу ерда, $I_{нб} = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} I_{к.Т.Вн.мак.}$ токнинг мувозанатлигини ташкил қилувчиси

Мувозанатсизлик – параллел линияларнинг Ҳар хил узунлиги ва Ҳар хил кундаланг кесим юзаси Ҳисобидан юзага келади.

2. Бир линия учирилганда иккинчи Ҳимоя ишламаслиги керак.

$$I_{сз} = \frac{K_n}{K_B} I_{иш.мак.}$$

K_B -кайтиш коэффиценти.

Ҳимояни сезгирлиги қисқа туташишда ва каскадли ишлаш нуқтасида Ҳам бир хил бўлиши керак. Шунинг учун тенг сезгирлик бўлиши учун иккала нуқтада Ҳам қисқа туташишда релелар токининг қиймати иккала комплектда Ҳам бир хил бўлиши танланади. Ҳимоя сезгирликни қаноатлантириш учун $K_q \geq 2$ бўлиши шарт.

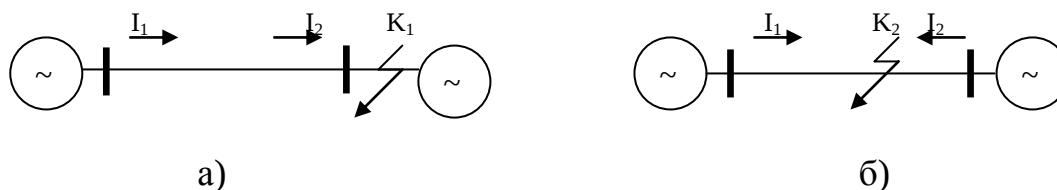
Хулоса.

1. Кундаланг дифференциал Ҳимоянинг иш тамоили параллел линиялар токини таққослашга асосланган.
2. Ҳимоя соддалиги, тезлиги ва юқори сезгирлиги билан ажралиб туради.
3. Принципиал камчилиги бир линияни учирилишида, Ҳимояни ишдан чиқариб қуйилишидир.
4. Каскадли ишлаши билан қисқа туташишда тез ва бир вақтда бутун линияни учирмаслигидир.

5.3. Дифференциал фазали юқори частотали Ҳимоя.

Дифференциал фазали Ҳимоя Ҳимояланувчи линияни охирларида тоklarнинг фазаларини таққослашга асосланган.

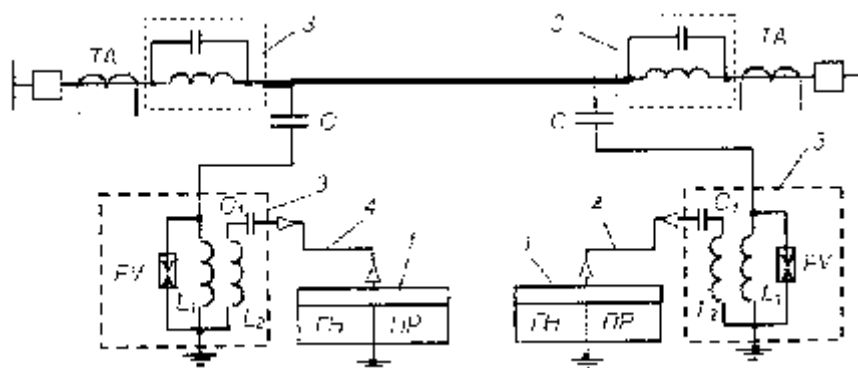
60-расмда линияда ички ва ташқи қисқа туташишда тоklarни тақсимланиш схемаси кўрсатилган.



60-расм. Юқори частотали дифференциал фазали Ҳимоянинг иш тамоили.

- а) ташқи қисқа туташишда;
- б) ички қисқа туташишда;

Ташки қисқа туташиш K_1 нуқтада содир бўлганда I_1 ва I_2 тоқлар фаза жиҳатидан бир бирига нисбатан 180° га силжиган бўлади. Ички қисқа туташиш K_2 нуқтада эса уларнинг фазалари устма-уст тушади. Натижада тоқлар фазасини назорат қилиб қисқа туташишнинг қаерда содир бўлганини аниқлаш мумкин. Ҳимоялар комплекти линиянинг иккала охирида ўрнатилиб, улар бир-бирига қарама-қарши бўлган томонлардаги Ҳимояланувчи линия тоқларининг фазалари ҳақида информация олиб туради. Тоқлар фазаси ҳақидаги информацияни узатиш учун юқори частота каналидан фойдаланилади. Юқори частотали канални ташкил этиш схемаси 61-расмда келтирилган.



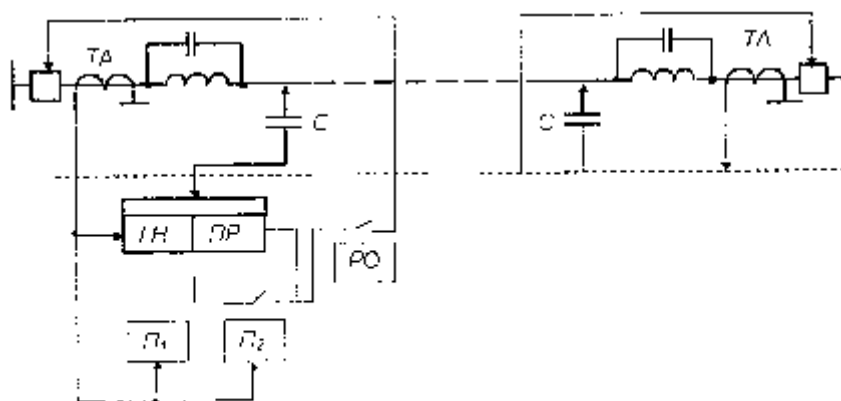
61-расм. Юқори частотали каналнинг принципиал схемаси.

Ҳар бир комплект юқори частотани қабул қилиб узатувчи 1 дан иборат бўлиб, у ўз ичига генератор ГН ва қабул қилувчи ПР ни ташкил этади. қабул қилиб узатувчи боʻланиш фильтри 2 ва алоқа конденсатори С орқали линия билан уланади. Тоқ юқори частотали генератордан линиянинг битта фазасига берилади. Юқори частотали тоқлар линия чегарасидан чиқмаслиги учун, линиянинг охирларида юқори частотали тўсиқлар 3 ўрнатилади.

Юқори частотали тўсиқ индуктив сиғимли фильтр бўлиб, саноат частотасига кичик бўлган қаршиликни ташкил қилади ва юқори частота тоқларини Ҳимоя қилинаётган линия чегарасидан чиқармайди.

Уланувчи фильтр ёрдамида юқори частота кабел 4 ни кириш қаршилиги ва линия қаршилиги билан мослаштирилади. Уланувчи фильтр L_1 нинг чулʼамига параллел разрядловчи FV уланган бўлиб, алоқа конденсатори С тешилганда у ишлаб кетади.

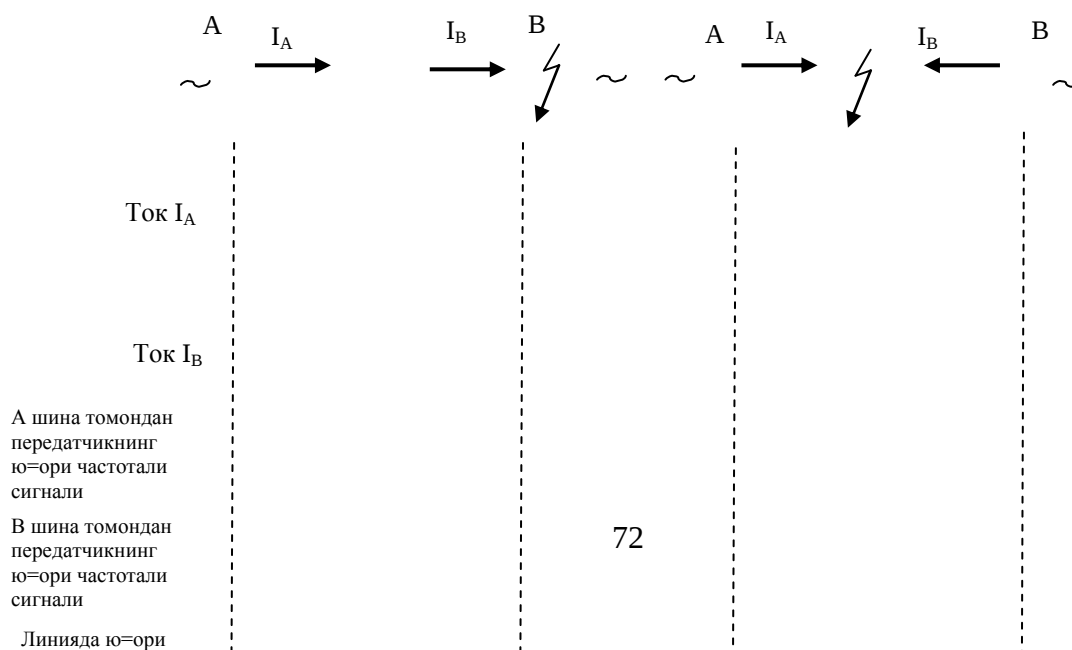
Юқори частотали – фазали Ҳимоянинг соддалаштирилган структура схемаси 62-расмда келтирилган.

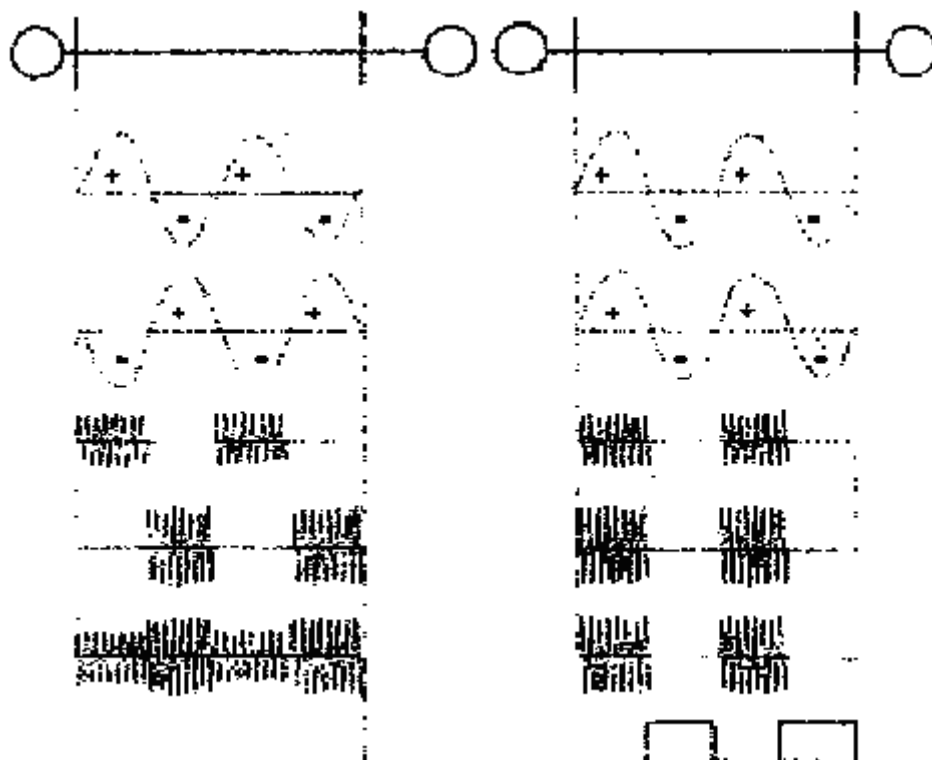


62-расм. Юқори частотали дифференциал фазали Ҳимояларнинг структура схемаси.

Ҳимоя юқори частотани қабул қилиб узатувчи ГН–ПР (генератор қабул қилгич.), ўчирувчи реле РО, ишга туширувчи реле П₁ ва П₂ лардан ташкил топган. Реле П₁ (передатчикни) сигнал узатувчини ишга туширади. Реле П₂ эса ўчиргичнинг ўчириш занжирига тайёрлайди.

қиска туташиб бўлганда ишга туширувчи орган П₁ Ҳимоя комплектларининг сигнал узатгичларини (передатчикларини) линиянинг икки томонида ишга туширади. Сигнал узатгичлар шундай соналганки, саноат токининг Ҳар бир мусбат ярим тўлқинида линияга юқори частотали токлар бўлса, сигнал қабул қилгичнинг чиқишида сигнал бўлмайди. Юқори частотали токлар бўлмаса сигнал қабул қилгичдан ток пайдо бўлади. Бу ток ўчирувчи реле РО ни ишга туширишга қодир бўлади. (63 - расм).





63-расм. Ҳимоянинг ташқи ва ички қисқа туташишидаги иши жараёни.

Ташқи қисқа туташишда 63-а.расм линия охирларидаги бирламчи тоқлар фазаси қарама – қарши бўлади. Натижада сигнал узатувчи (передатчик), А шинадаги биринчи ярим даврда ишлайди, В шинадаги сигнал узатувчи эса иккинчи ярим даврда саноат частотасида ишлайди. Натижада линияда тўхтовсиз юқори частотали ток ўтиб туради. Бунда сигнал қабул қилувчи (приёмник) да чиқиш сигнали бўлмайди ва Ҳимоянинг иши блокировка қилинади.

қисқа туташиш Ҳимоя қилинувчи линияда бўлса (63 –б.расм.) линия охирларидаги комплектларда сигнал узатувчилар бир пайтда ишга тушади. Линиядаги юқори частотали сигналлар тўхтаб-тўхтаб узатилади ва сигнал тўхтаган пайтда сигнал қабул қилувчилар ўчирувчи релега буйруқ беради ва ўчирувчи реле ўчиргични учирлишга буйруқни ўтказди.

Ишлаш тамоили бўйича дифференциал фазали Ҳимоя ўта юклама ва тебранишда ишламайди. Ҳимоянинг тўри ишлаши, фақатгина ташқи қисқа туташишда сигнал узатувчилардан бирини ишламай қолиши натижасида бузилиш мумкин. Бунинг олдини олиш учун схемада Ҳар хил сезгирликни 2 та ишга туширувчи органдан фойдаланилган. P_1 – сигнал узатувчи - сезувчи бўлиб, ишга тушурилади ва P_2 - да ўчириш занжирини юзага келтиради.

Хулоса.

1. Дифференциал – фазали юқори частотали Ҳимоянинг иш таъмоили линия охирларидаги тоқлар фазасини таққослашга асосланган.
2. Ҳимоя тез ишлаши, юқори сезгирлиги, тармоқларнинг исталган конфигурацияси ва таъминлаш манбаларининг сонидан қатъий назар талаб этиладиган селективликни таъминлайди.
3. Дифференциал фазали Ҳимоя иш таъмоили бўйича ўта юкламада ва тебранишда ишламайди.

6. Энергетик тизимнинг асосий электр жиҳозларининг Ҳимояларини муҳим томонлари.

6.1. Трансформаторлар ва автотрансформаторларнинг Ҳимоялари.

Трансформаторлар ва автотрансформаторларнинг Ҳимояларини бажаришда қуйидаги режимлар Ҳисобга олиниши керак.

- Чул\амлари ва чиқишларида, кўп фазали қисқа туташидан.
- Чул\амлари ва чиқишларида, бир фазали қисқа туташидан.
- Чул\амларида ўрамлар аро қисқа туташидан.
- Ташқи қисқа туташидан.
- Бузулиш бўлмаган фазаларда кучланишни ошиб кетишидан (Кучланиш 110кВ ва нейтрал изоляция қилинган трансформаторлар учун).
- Кучланиши 500кВ ва ундан юқори бўлганда кам учрайдиган изоляцияни тешиб ўтишдан.
- Трансформаторларни ортиқча юкланишидан.
- Мойни камайиб кетиши ёки мажбурий совитиш тизимининг ўчиб қолишидан.
- Магнит узагидаги ён\индан.

Трансформатор ва автотрансформаторларнинг Ҳимояланиш функцияси қуйидагилар.

- Трансформаторни бузилишида, уни Ҳамма таъминлаш манбаларидан узиш.
- Ташқи қисқа туташиларда Ҳимояларни ишламай қолиши ёки аралаш бўламлардаги ўчиргичларни ўчмай қолишида ўчириш.
- Ортиқча юкланиш Ҳақида навбатчи персоналга Ҳабар бериш ёки уларни олдини олиш учун чора тадбирларни бажариш.

6.2. Ҳимоя турларини танлаш.

Трансформаторларни бузилишдан ва нормал бўлмаган режимлардан Ҳимоя қилиш учун қуйидаги реле Ҳимоя турлари назарда тутилган.

1. Киришида ва ички бузулишларидан – тоқли кесим ёки бўйлама дифференциал Ҳимоя.

Буйлама дифференциал Ҳимоя қуввати 6300 ва ундан юқори бўлган трансформаторларда қўлланилади. Кичик қувватли трансформаторларда эса токли Ҳимояси кесим қўлланилади.

2.Трансформаторнинг баки ичидаги бузилишларда яъни газ ажралиши ёки мойни камайишида – газли Ҳимоя сигналга ёки ўчиришга буйруқ бериши.

Бу Ҳимоя қуввати 6300 ва ундан юқори бўлган трансформаторларда; Цех трансформаторларида қуввати 6300 кВА ва ундан юқори бўлса; қуввати (1000 - 4000) кВА бўлган трансформаторлар учун, агар уларда тез ишлайдиган Ҳимоялар бўлмаса.

3.Ташқи қисқа туташилардан Ҳимоя қилувчи ва ўчиришга буйруқ берувчи Ҳимоялар.

қуввати 1000 кВА гача бўлган трансформаторлар учун максимал токли Ҳимоя;

қуввати 1000 кВА ва ундан юқори бўлган трансформаторлар учун максимал токли Ҳимоя ёки кучланиш билан комбинацияланган ишга тушириладиган максимал токли Ҳимоя ёки тескари кетма-кетлик токидан ишлайдиган Ҳимоя.

Кучланиши 220 кВ ва ундан юқори бўлган пасайтирувчи авто трансформаторларда узок захиралашни Ҳам Ҳисобга олиб дистанцион Ҳимоя.

4.қуввати 400 кВА ва ундан юқори бўлган тарнсформаторларда ортиқча юкланишдан сигналга, юксизлантиришга ёки учиришга буйруқ берадиган максимал токли Ҳимоя.

5. қуввати 1000 кВА ва ундан юқори нейтралли ерга уланган трансформаторларда ташқи ерга қисқа туташидан максимал токли нул кетма–кетликдан Ҳимоя. Бу узокдан захираловчи Ҳимоя турига киради.

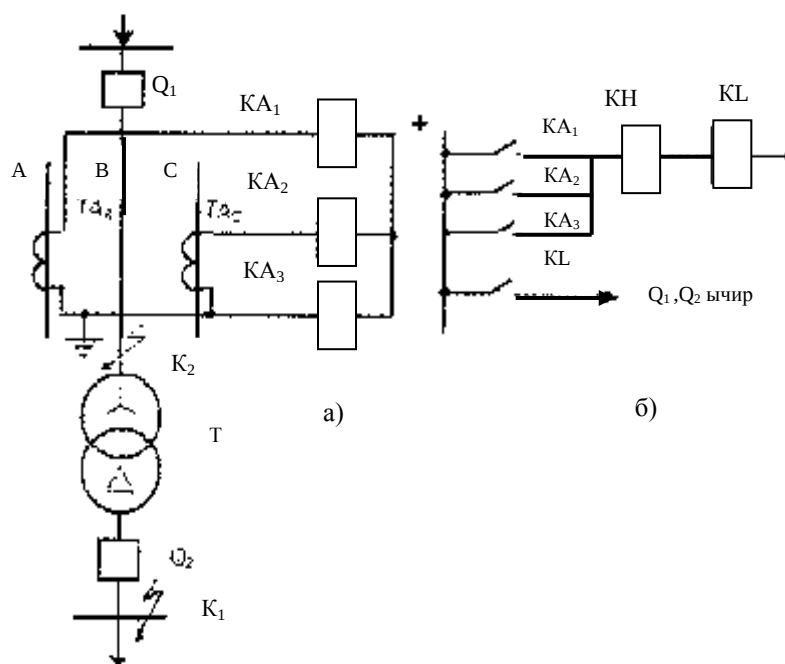
6.3. Трансформаторларни ички бузулишларидан Ҳимоялаш.

Трансформаторларни ички бузулишларидан ва чиқишларидаги бузулишлардан токли кесим, бўйлама дифференциал Ҳимоя ва газли Ҳимоя қўлланилади.

А. Токли кесим Ҳимоя.

Токли кесим Ҳимоя трансформаторларининг манба томонида ўрнатилади.

Уни танлаб ишлашини таъминлаш учун, ишлатиш токи паст кучланиш томонидаги уч фазали қисқа туташидан созланади.



64- расм. Трансформаторни токли кесим схемаси.

а) Ўзгарувчан ток занжири учун.

б) Ўзгармас ток занжири учун.

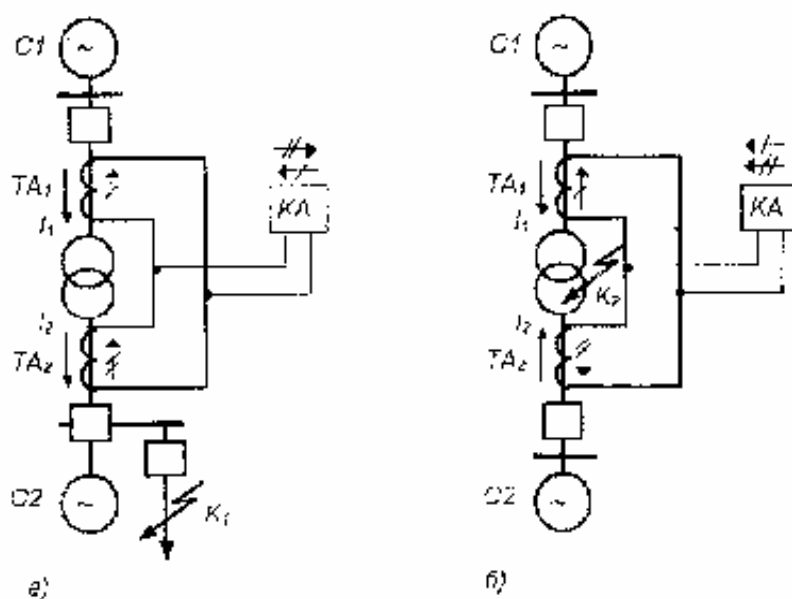
Токли кесимни сезгирлиги икки фазали қисқа туташиш трансформаторининг киришидаги, яъни K_2 нуқтасидаги токдан фойдаланиб аниқланади.

$$K_{сез} = \frac{I_{к.Т.мин.кч.}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 2$$

Токли кесимдан фойдаланиш Ҳимоянинг қисқа туташишида тез ишлашига имкон беради. Камчилиги эса сезгирлиги юқори эмаслиги ва трансформаторнинг бир қисмини Ҳимоя қилади.

Б. Дифференциал Ҳимоя.

Дифференциал Ҳимояни иш тамоили трансформаторнинг кириши ва чиқишидаги фаза тоқларини таққослашга асосланган. Ҳимояни бажариш учун куч трансформаторининг Ҳар бир томонига шундай коэффицентли ток трансформаторларини ўрнатиш керакки, нормал режимда уларнинг иккиламчи тоқлари бир-бирига тенг бўлсин. Ток трансформаторлари бир бири билан кетма – кет уланиб, уларга параллел ток релеси уланади.



65- расм. Трансформаторни дифференциал Ҳимоясининг ишлаш принципи.

а) Ташқи қисқа туташишда.

б) қисқа туташиш трансформаторида.

Нормал режимда ва ташқи қисқа туташишда (K_1 нуқтада) реледаги ток нулга яқин,

$$I_p = \frac{I_1}{n_{TT1}} - \frac{I_2}{n_{TT2}} \approx 0$$

ва Ҳимоя ишламайди.

Трансформаторда қисқа туташиш бўлса (K_2 нуқта) реледан иккиламчи тоқлар йи\индиси оқади,

$$I_p = \frac{I_1}{n_{TT1}} + \frac{I_2}{n_{TT2}} \neq 0$$

ва Ҳимоя ишлайди.

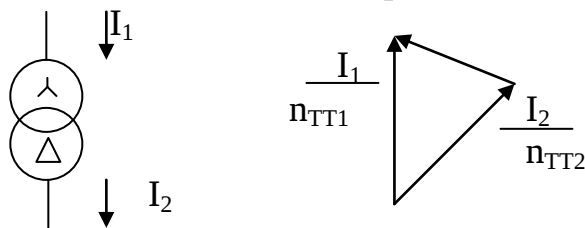
Линиянинг дифференциал Ҳимоясига нисбатан трансформаторнинг дифференциал Ҳимояси юқори хатоликка эга.

Хатолик сабаблари.

1. Куч трансформатор чул\амларининг бир хил бўлмаган уланишлари.

2.

Кўп Ҳолларда Ҳар хил гуруҳли уланиш схемалари бўлгани учун, иккиламчи тоklar тенг бўлиб, бурчак силжиши бўлади ва реледа тоklar мувозанатсизлигига олиб келади. (66-расм)



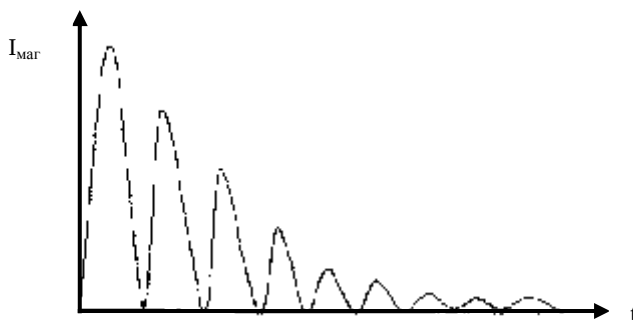
66- расм. Куч трансформаторининг уланиш гуруҳи Ҳар хил бўлган вақтда реледаги мувозанатсизлик токи.

Трансформатор тоklarидаги бундай Ҳолатни йўқотиш учун, куч трансформатори чул'амининг учбурчак уланган томонини юлдузча, юлдузча уланган томонини учбурчак уланади.

3. Магнитланиш токининг сакраши борлиги.

Трансформаторга кучланиш берилганда сакравчи токли пайдо бўлиши уни 5 – 8 марта номинал қийматидан ошиши, Ҳамда уни 1 – 2 сек ичида сўнишига олиб келади.

Магнитланиш токининг сакраши 67- расмда кўрсатилган.



67- расм. Юкланмаган трансформаторнинг магнитлаб сакровчи токи.

Магнитловчи сакраш токининг характерли белгиларига унинг опериодик ташкил этувчиси ва маълум фоизларда юқори гармоникаларнинг жумладан жуфт гармоникаларнинг биринчи навбатда бўлишидир.

Магнитловчи тоkning сакраши Ҳимояга ички қисқа туташини сифатида таъсир этади ва Ҳимоя ундан созланади. Ҳимоянинг созланиши асосан куйидагиларни ташкил этади.

- Ҳимоянинг ишлатиш токини магнитланиш токига нисбатан сакраш қийматидан катта қабул қилиш. Бу - турнинг камчилиги Ҳимоянинг ишлашини да'аллаштиришдир.

- Магнитланиш токининг сакрашида, Ҳимоянинг ишлаш вақтини секинлаштириш. Камчилиги – Ҳалокатли Ҳолатини йўқотиш вақтини чузилиши.

- Магнитловчи сакраш токининг аperiодик ташкил этувчиси белгисидан фойдаланиш.- Бунда ток релеси махсус тарнсформатор (тез туйинадиган) орқали ток трансформатори уланади. Аperiодик ташкил этувчи магнитловчи токни сакрашида трансформатор тез тўйинади ва ток реле чул\амига переиодик ташкил этувчи трансформация бўлиб ўтмайди. Натижада магнитловчи токни сакрашида Ҳимоя вақтинчалик ишламайди.

қисқа туташининг бошлан\ич моментида Ҳам токни аperiодик ташкил этувчиси юзага келади, лекин уни давомийлиги секундларнинг бир бўлагини ташкил этади. У Ҳимоянинг ишлаш вақтини секинлатишга таъсир этмайди

- Юкламаларни улашда иккинчи гармоника бўлишидан фойдаланиш.

Бундан фойдаланиш учун кесим релесини кўшимча ишга туширувчи элемент сифатида киритилади. Бу эса бирламчи токнинг катта карралигида ишлаши шарт. Камчилиги–ички бузулишларда ток трансформаторини ўта тўйинишида Ҳимоя токининг иккинчи гармоникаси Ҳосил бўлишида Ҳимоя ишламай қолиши мумкин.

3. Елкаларда иккиламчи токларнинг Ҳар-хил бўлишлиги

Куч трансформаторларининг юқори ва пастки чул\амларидаги кучланишлар ўзаро тенг бўлмаганлиги учун, номинал бирламчи тоklar бўйича танланган ток трансформаторларининг коэффицентлари, конструкцияси ва хатоликлари Ҳам Ҳар хил бўлади.

Бундан ташқари куч трансформаторларининг номинал токлари ток трансформаторларининг номинал тоklarига тў\ри келмаслиги Ҳам мумкин. Шунинг учун дифференциал Ҳимоянинг елкаларида Ҳар хил қийматли тоklar оқади. Ташқи қисқа туташишда бу мувозанатсизлик токи тез ўзгариб ошади ва Ҳимояни ёл\он ишлашига олиб келади.

Шунинг учун уларнинг фарқини тенглаш мақсадида оралик автотрансформаторлар ўрнатилади ёки махсус тенгловчи чул\амлар ишлатилади.

4. Куч трансформаторларида кучланишни автоматик ростловчи қурилманинг бўлиши

Куч трансформаторларидаги кучланишни автоматик ростловчи қурилма, Ҳимояланувчи куч трансформаторнинг трансформациясини ўзгартиради. Натижада ток трансформаторларида бирламчи ва иккиламчи тоklar Ҳам ўзгаради. Дифференциал Ҳимоянинг ишлатиш токини танлашда икки факторни Ҳисобга олиниши шарт.

А) Кўп юкланмаган трансформаторга кучланиш берилганда магнитланиш токини сақлашда Ҳимоя ишлатилмаслиги керак.

$$I_{x1и} \geq k_{и} I_{ном}$$

Бунда $k_{и} \approx 0,3 \div 1,5$ ишонччилик коэффициентлари бўлиб, у Ҳимоядаги ўлчов органининг бажарилишига боғлиқ.

Б) Ҳимоя ташқи қисқа туташилда максимал мувозанатсизлик токидан ишламаслиги керак

$$I_{сз} \geq k_{и} (I_{нб}^I + I_{нб}^{II} + I_{нб}^{III})$$

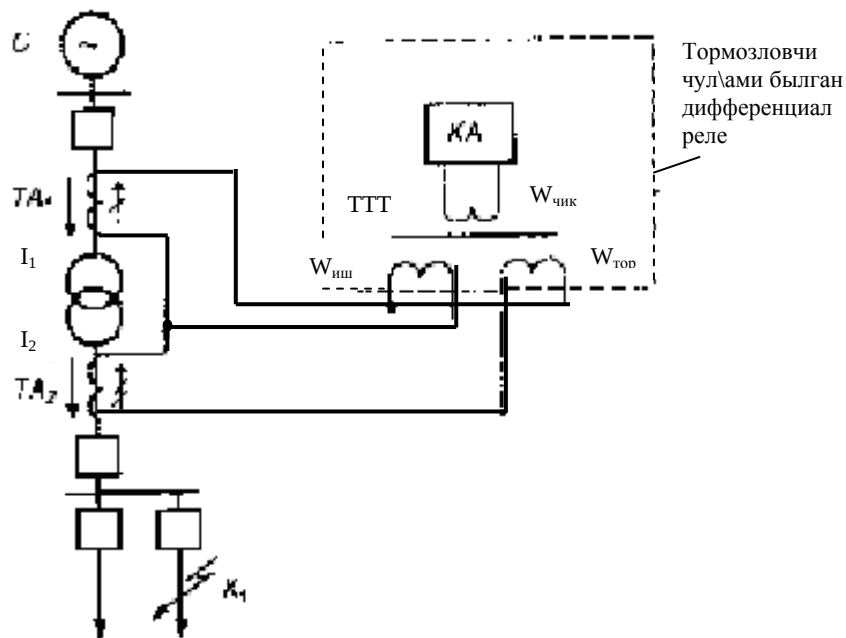
Бунда $I_{нб}^I$ - ток трансформаторларнинг Ҳатолигидан мувозанатсизлик токини ташкил этувчиси;

$I_{нб}^{II}$ - трансформаторнинг трансформация коэффициентини ростловчи қурилма борлигидан юзага келувчи токни ташкил этувчиси;

$I_{нб}^{III}$ - Ҳимоя елкасида иккиламчи тоқларни аниқ танламаслик натижасида юзага келувчи мувозанатсизлик токини ташкил этувчиси.

Бир қатор Ҳолларда, ташқи қисқа туташилларда Ҳимояни дағаллаштириш натижаси бўйича баъзи бир бузилиш турларидаги Ҳимоя ишламай қолишига олиб келади.

Бундай Ҳолларни дифференциал Ҳимоянинг сезгирлигини ошириш учун тормозлаши билан ишга туширувчи орган қулланилади. Бунга мисол тез тўйинадиган трансформаторлар дифференциал реле бўла олади. (68- расм).



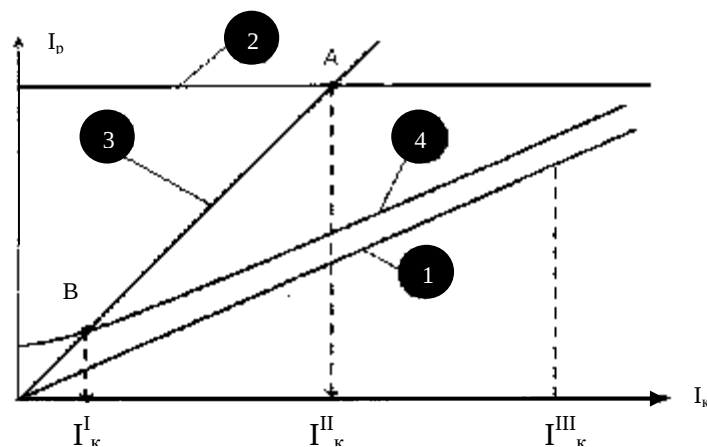
68-расм. Тормозлаш билан ишлайдиган Ҳимоянинг иш жараёни схемаси

ТТТ- тез тўйинадиган трансформатор;

$W_{\text{чик}}$ – чиқарувчи чул\ам.

$$\mathbf{I}_{1ик} \mathbf{W}_{иш} - \mathbf{I}_{2ик} \mathbf{W}_{иш} = \mathbf{I}_{нб} \mathbf{W}_{иш} \text{ бўлади}$$

69-расмда тормозловчисиз ва тормозловчи Ҳимоянинг сезгир-ликларини таққослаш келтирилган. Графикдан кўриниб турибдики (I^I_k) кичик токда тормозловчи Ҳимоя ишлайди. Тормозловчисиз эса (I^{II}_k) токда ишлайди.

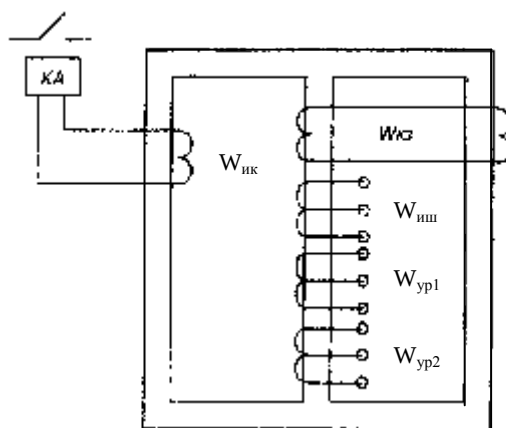


1. қисқа туташыш токига мувозанатсизликнинг токини боʻланиш графиги $I_{нб}=f(I^k)$.
2. Тормозсиз Ҳимоянинг ишлатиш токини қисқа туташыш токига боʻланиш графиги $I_{хи}=f(I_k)$.
3. Ички қисқа туташышда реле токининг қисқа туташыш графиги $I_p=f(I_k)$.
4. Тормозлаш билан Ҳимоянинг ишлатиш токини қисқа туташыш токига боʻланиш графиги $I_{хи}=f(I_k)$.

I_k^{III} –ташқи қисқа туташуш токининг мумкин бўлган максимал қиймати.
 I_k^{II} –Ҳимоя тормозсиз ишлайдиган қисқа туташуш токининг қиймати.
 I_k –Ҳимоянинг тормозланиш билан ишлайдиган қисқа туташуш токи.

6.4. Ҳимоянинг ўлчаш органларини бажарилиши.

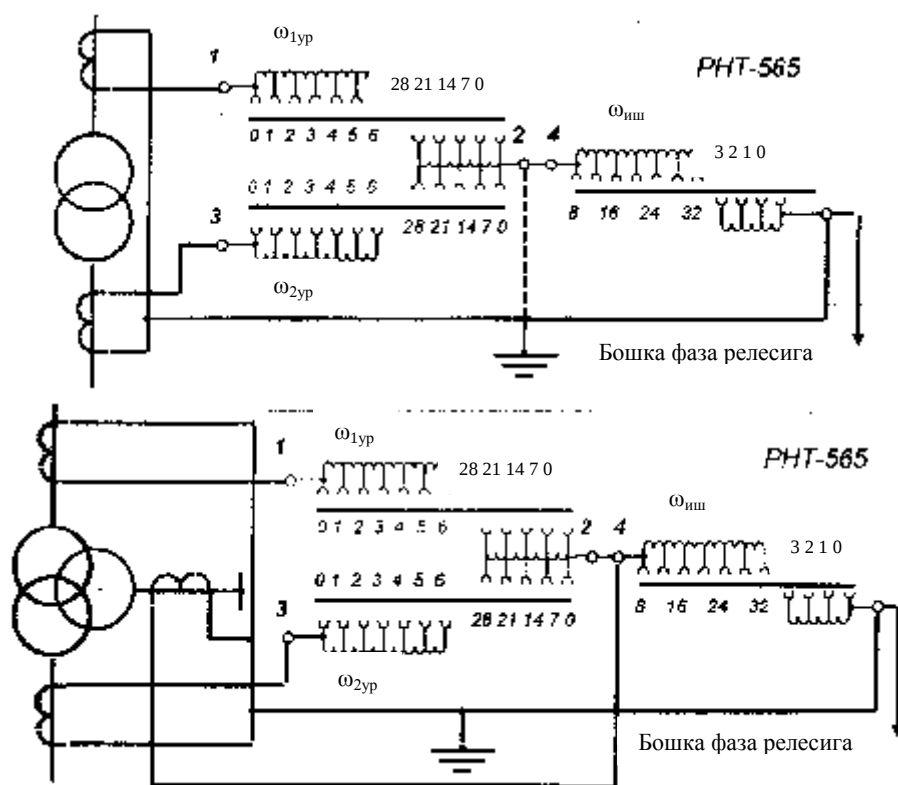
Тез тўйинадиган трансформаторли (ТТТ) электр магнитловчи ток релеси РНТ-565. Бу реле уч стерженли ўзақда бажарилган бўлиб, унда ишчи чул\ам $W_{иш}$, иккита тенглаштирувчи W_{yp1} ва W_{yp2} чул\ам, қисқа туташтирилган $W_{кз}$ ва иккиламчи $W_{ик}$ чул\амдан иборат. Иккиламчи чул\амга электр магнитли ток релеси КА уланган



70- расм. Тез тўйинадиган трансформаторли РНТ турдаги реленинг принцинал схемаси.

Тез тўйинадиган трансформатордан фойдаланиш куч трансформаторини ишга туширишда магнитлаш токи сакрашидан Ҳимояни созлаш имконини беради. Токни аperiодик ташкил этувчиси магнит ўтказгични тўйинтиради ва шу билан бирга ТТТ нинг ўрамлар қаршилиги бирдан камаяди. Натижада даврий ташкил этувчи магнитланиш ўрамига тушиб, реле чул\амига тушмайди.

Тез тўйинадиган трансформатор, реле бир вақтда дифференциал Ҳимояларнинг елкаларидаги иккиламчи тоklar тенгсизлигини компенсация қилади. Тез тўйинадиган трансформаторнинг иккиламчи чул\амига уланган реледаги йи\инди магнит оқими ишчи ва тенглаштирувчи чул\амлардаги магнит оқимларининг йи\индисидир. Агар бу чул\амлардаги оқимлар бир-бирига қарама –қарши йўналтирилса ва қийматлари ўрамлар сонига танланиб тенглаштирилса мувозанатсизлик токи камаяди. қисқа туташ чул\ами реленинг ўткинчи режимларидан яхши созлаш имконини беради. РНТ-565 реленинг икки ва уч чул\амли трансформаторни Ҳимоясида уланиш схемалари 71-расмда келтирилган.

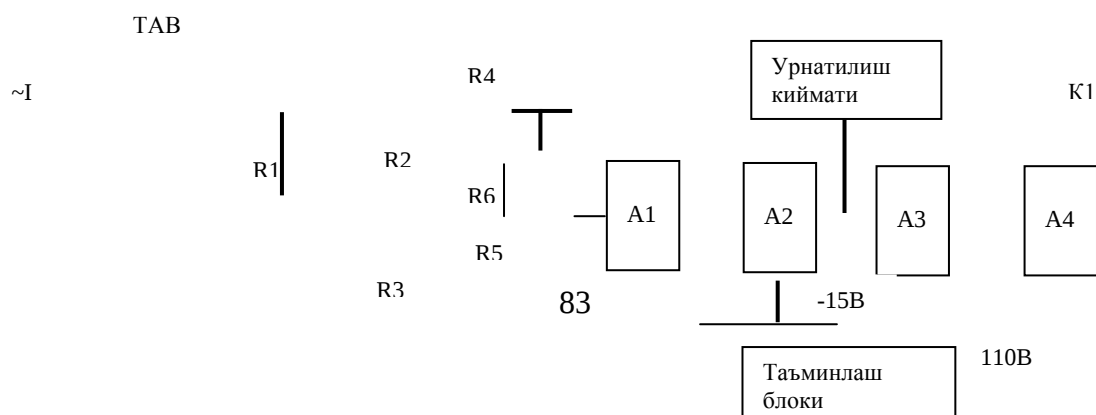


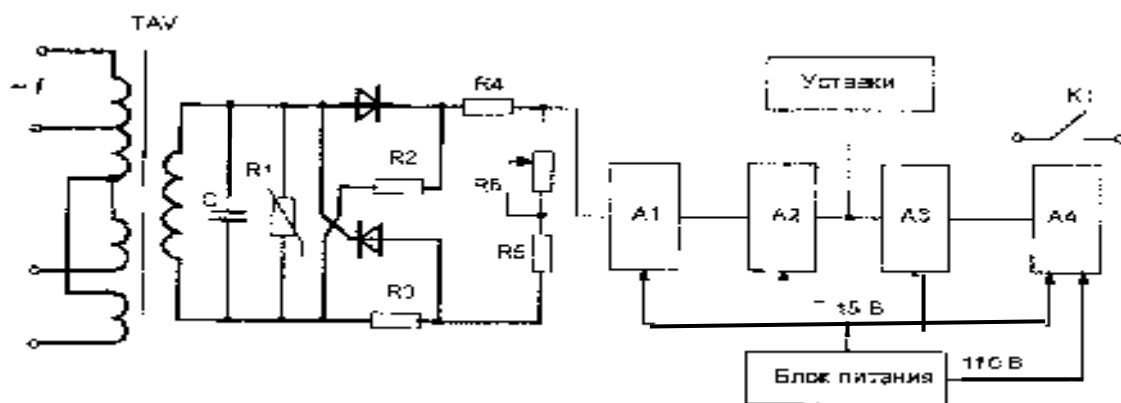
71-расм. РНТ-565 турдаги реленинг уланиш схемаси.

Дифференциал ток релеси РСТ-15.

РСТ-15 ток релеси микроэлектроника асосида ишланган бўлиб пасайтирувчи трансформаторлар ва электродвигателларнинг Ҳимояси учун тормозланишсиз ишлаш схемаларида қулланилади.

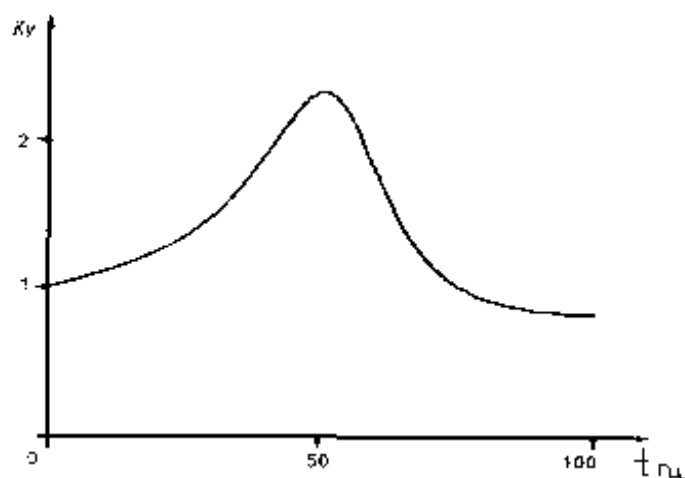
Бу реленинг структура схемаси 72-расмда келтирилган.





72-расм. Дифференциал токли РСТ-15 турдаги реле.

Сигнал трансформатор токдан асосий ва иккита қўшимча чул\ами бўлган трансреакторга берилади. Трансреактор тў\риловчи кўприкда ишлайди ва ўз навбатида икки диод ва икки резистордан иборат бўлиб, реленинг кичик сигналлардаги сезгирлигини оширади. Тў\рилагич кўпригининг чиқишига актив паст частотали фильтр А1 уланган. Бу фильтр шундай уланганки, агар сигналнинг ўзгармас ташкил этувчиси бўлса кучайтириш коэффиценти бирга, ишчи частота учун 2,2 ва иккинчи гармоника учун эса 0,9 тенг бўлади. 73-расмда ушбу филтърнинг амплитуда–частотали (характеристикаси) тавсифи келтирилган.



73-расм. Амплитуда-частотали филтърнинг тавсифи.

Сигнал филтър А1 дан чиқиб, А2,А3 операцион кучайтиргичлардан йи\илган логика блокига бузилишга мос бўлган сигнални Ҳосил қилиш учун берилади, кучайтирган А2 компаратор бўлиб, кириш сигнални таянч сигнали билан таққослайди. Бу таянч сигналнинг қиймати қуйилиш блокидан унга берилади. Кучайтиргич А3 Ҳимоянинг ишлашини 22 мс орали\ида тўхтатиб туради. Сабаби қисқа туташиш режимида трансформаторни ишга тушириш режимидан ажратиш учун мослаштирилади. Реленинг дирилланишини йўқотиш

учун, операцион кучайтиргич А3 нинг чиқиши, мусбат тескари алоқа билан компаратор А2 ни киришига уланган. Реленинг ишлаш принципи 74-расмда келтирилган вақт диаграммаси орқали таҳлил қилиш мумкин.

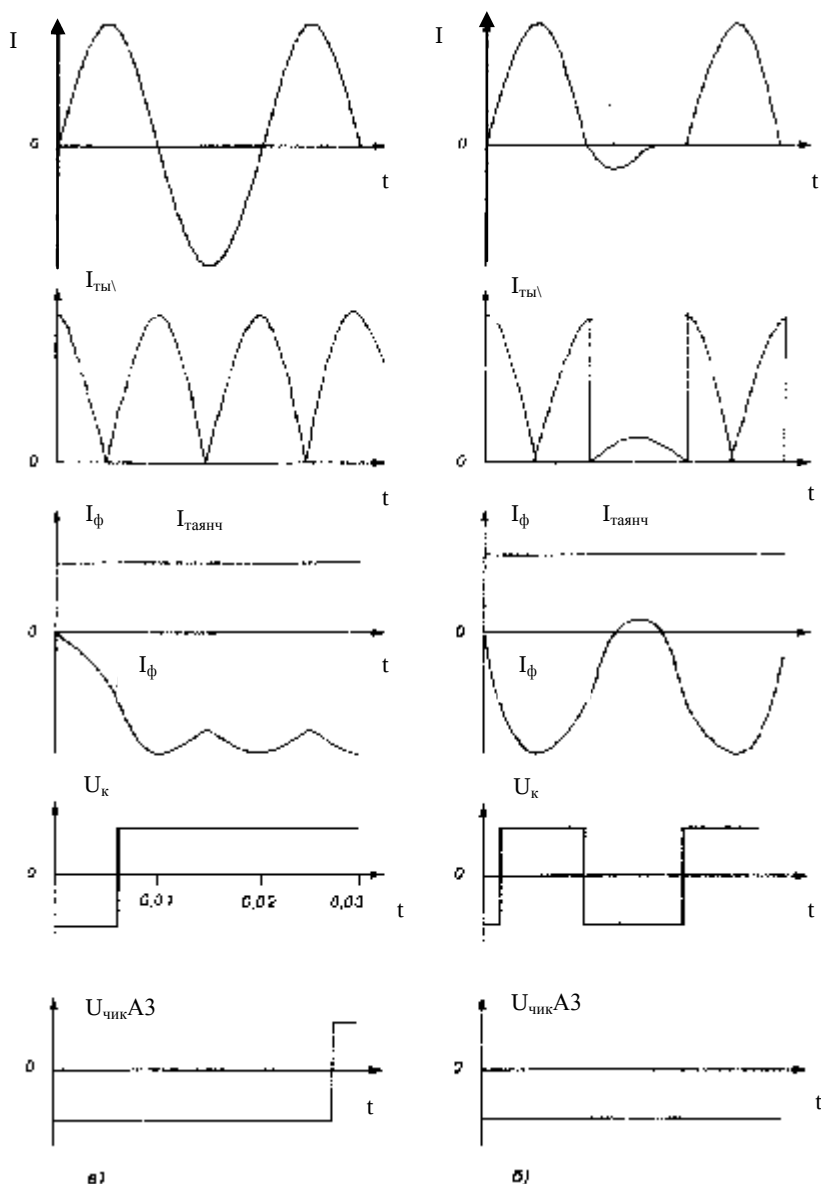
Трансформаторни ишга туширган моментда Ҳимоянинг ишлашини тўхтатиб турувчи элменти.

1. Компаратор А2 нинг чиқишидаги кучланишни ўзгарганлиги ва қайтган вақти, Ҳимоянинг ишлашини тўхтатиб туриш вақтидан кичик бўлгани учун реле ишлайди.

ДЗТ-21 турдаги дифференциал ток релеси тормозлаш билан дифференциал Ҳимояларни бажариш учун катта қувватли элементи

чиқишдаги кучланишни вақтларга боʻлиқ диаграммалари.

трансформаторлар ва автотрансформаторларнинг ички бузилишлари ва чиқишларидаги бузилишларда кенг қўлланилади. Реленинг тез ишлаши ва юқори сезгирликка эга бўлишлиги, куч трансформаторларнинг магнит тоқларини сакрашда ва ўткинчи ток мувозанатсизлигидан вақт – импульс ишлаши магнитлаш тоқининг иккинчи гармоникасини ташкил этучисидан тормозни ишга туширмаслик (блокировка қилиш) учун қўлланилади. Ҳимояда шунингдек фаза тоқларидан тормозлаш назарда тутилган. ДЗТ 21 реле уч фазали, тўрт модулли шакл сифатида бажарилган бўлиб, ўз ичига учта фазалар модулини таъминлаш ва бошқариш модулини олади. Ҳимоя схемасининг бир чизиқли структура схемаси 75-расмда келтирилган.



74-расм.реленинг вақт диаграммаси.

$I=f(t)$ – релега кирадиган ток

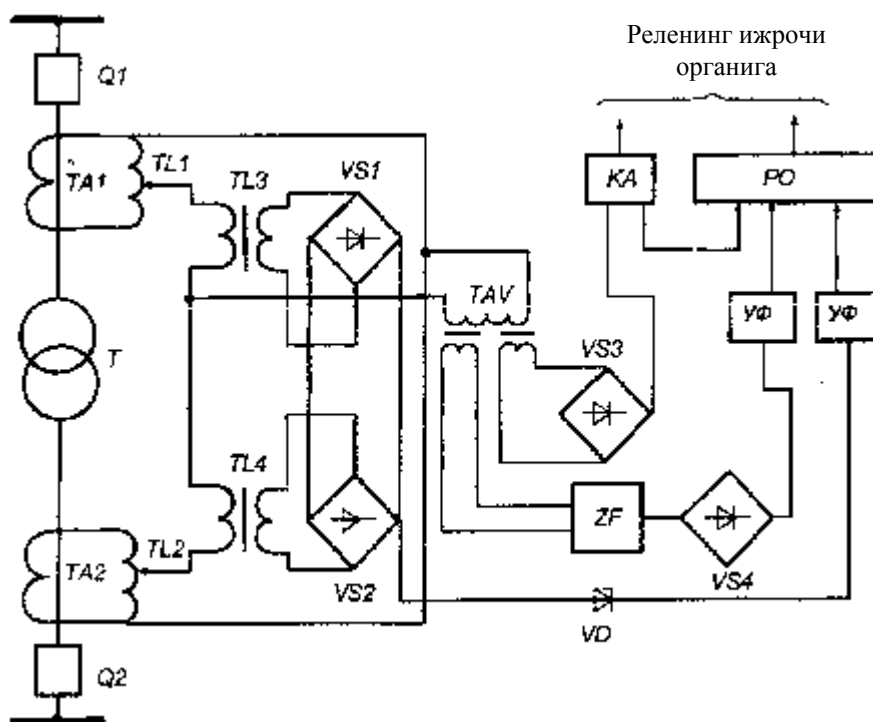
$I_{ты}=f(t)$ – тўғрилагичдан чиқадиган ток

$I_{\phi}=f(t)$ – филтрдан чиқадиган ток

$I_{\text{таянч}}=f(t)$ – қиймат қуйиладиган блокдан бериладиган таянч сигнал

$U_{\kappa}=f(t)$ – компаратор чиқишидаги кучланиш

$U_{\text{чик}}A3=f(t)$ –Ҳимоянинг ишлаш вақтини секинлаштирувчи



75-расм. ДЗТ –21 Ҳимоянинг бир чизиқли структура схемаси.

Унда оралиқ трансформаторлар TL1 ва TL2 иккиламчи токларни тенглаштириш учун TL3 ва TL4 оралиқ трансформаторлари ҳамда тўрилагичлар VS1 ва VS2 фаза токлари занжирни тормозлаш VD стабилитрон катта бўлмаган токларда Ҳимоя ишини тақиқлаш трансреактор TAV, филтър ZF билан бирга иккинчи гармоника токидан Ҳимоянинг ишлашини тормозлаш; токли кесим ишини таъминлаш –КА; сигналга мослашувчи орган РО-бошқарувчи сигнални яратиш учун хизмат қилади.Тўрилагичлар VS3 ва VS4 трансреактр ва филтър сигналларини ўзгармас қилиш учун ҳамда иккита УФ фиксация элементи содир бўлган ҳолатни аниқлаш учун қўлланилади.

6.5. Газли Ҳимоя

Газли Ҳимоя мой билан совитиладиган трансформаторлар ва автотрансформаторларда ўрнатилади. Газли Ҳимоянинг ишлаш тамоили асосан чул'ам унчалик катта бўлмаган бузилишда, иссиқликдан мойнинг парчаланишида газни ажралиб чиқишининг интенсивлигига бо'лиқ. Трансформаторларда мой сатхининг камайиб кетиши (газ релесидан пасайиши), ажралган газларни маълум тезлик билан кенгайтиргич томонига ҳаракати ёки мойни струй билан ҳаракатидан, газли Ҳимоя ишга тушади. Газли

Ҳимоянинг ишлаши газ релеси ёрдамида бажарилади. У металл корпус бўлиб, кенгайтиргич ва трансформатор бакининг орасидаги мой трубага ўрнатилади. Газ релесини корпусининг ичида пукакли контактлар ўрнатилади. Мой трубада газларни пайдо қилганда газ релесининг ишлашига олиб келади. Кам газларда Ҳимояланувчи қурилмаларни интенсив ўчириш учун газ релеси буйруқ беради.

Газли Ҳимоя содда ва универсал бўлиб, трансформаторнинг ички бузилишларини аниқлаш асбоби Ҳисобланади. У дифференциал Ҳимоя сезмайдиган кичик токли ўрамлараро қисқа туташиларни ҳам аниқлаш имконини беради. Трансформа-торларда ўрнатиладиган газ релеларидан илгари ишлаб чиқарилган ПГ-22 (пукакли), ундан сўнг РГ 43-66 чашкасимон элементли, Ҳозирги пайтда эса кенг қўлланилаётган ВГ-80/Қ иккита шарсимон паст массали пукаги бўлган газ релелари мавжуд. Газ релеларида мойни уч хил юриш тезлиги V қ0,6; 0,9 ва 1,2 м/с ишлаш вақтлари $t_{\text{иш}}=0,05 \div 0,5$ секунд бўлади.

Газли Ҳимоя қуввати 4000 кВА ва ундан юқори қувватли трансформаторларда қўлланилиши шарт. Цех ичларидаги пасайтирувчи трансформаторларни исталган қувватидан қатъий назар уларнинг конструкцияси мослашган бўлса, газли Ҳимояни ўрнатиш мумкин.

Хулоса.

1. Трансформаторларнинг қувватига боʻлиқ ҳолда уларда токли кесим, дифференциал Ҳимоя, газли Ҳимоя қўлланилади.
2. Дифференциал Ҳимояларни қўллаш учун трансформаторларда қўшимча Ҳатоликлар бўлинишини Ҳисобга олиш керак.
3. Дифференциал Ҳимояда тормозлаш тамойилининг киритилиши, унинг сезгирлигини оширади.
4. Дифференциал Ҳимояни ажралиб туриш белгилари: тез ишлаши, юқори сезгирлиги, (фазалараро қисқа туташилда ва чиқишларидаги қисқа туташилларда) ва ишончилигидир.
5. Газли Ҳимоя содда ва универсал бўлиб, трансформаторларнинг ичида, жумладан ўрамлар аро қисқа туташилни аниқлаш воситасидир.

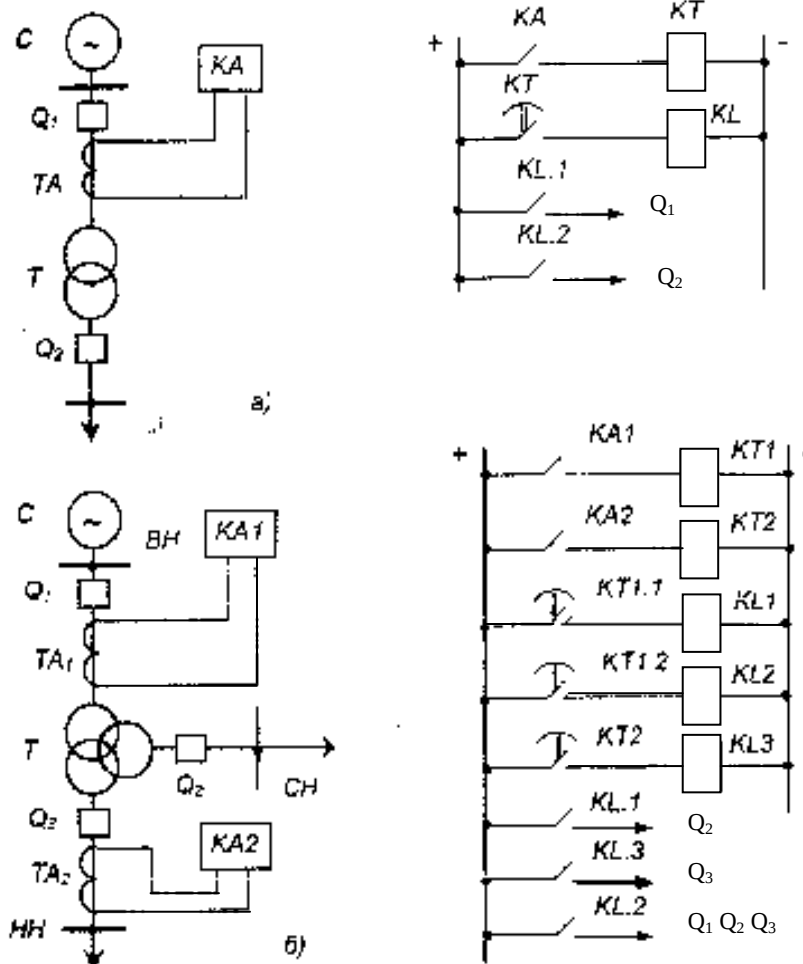
6.6. Трансформаторларни ташқи қисқа туташиллардан Ҳимояси

Ташқи қисқа туташиллардан Ҳимоя ўзининг Ҳимояларини ва аралаш Ҳимояларни захиралаш учун хизмат қилади. Трансформаторни қувватига боʻлиқ Ҳолда максимал токли Ҳимоя; кучланиш бўйича (блокировка)

тақиқланадиган максимал токли Ҳимоя; тескари кетма-кетлик токли Ҳимоя; нуль кетма-кетлик токли Ҳимоя ва дистанцион Ҳимоялар қўлланилади.

Асосан ташқи қисқа туташидан Ҳимоя қилиш трансформаторларда манба томонидан бажарилади. Бир фазаги ташқи қисқа туташларда эса юлдуз уланиб нейтрал ерга уланган томонига қўйилади.

Максимал токли Ҳимоя қуввати кичик бўлган трансформаторларда қўлланилади. Икки чул'амли пасайтирувчи трансформаторлар бир томондан таъминланганда манба томонида бир комплект Ҳимоя ўрнатилади. (76-расм.а). Уч чул'амли трансформаторлар бир томондан таъминланганда икки комплект ёки уч комплект Ҳимоя ўрнатилади. (73.б– расм)да икки комплектли Ҳимоя схемаси келтирилган. Бир комплект паст кучланиш томонда, иккинчиси эса юқори кучланиш томонда ўрнатилиб, уни иккита ишлаш вақти бўлиб, бири ўрта кучланиш ўчиргичини ўчиришга иккинчи эса кўпроқ вақтда Ҳамма ўчиргичларни ўчиришга ишлатилади



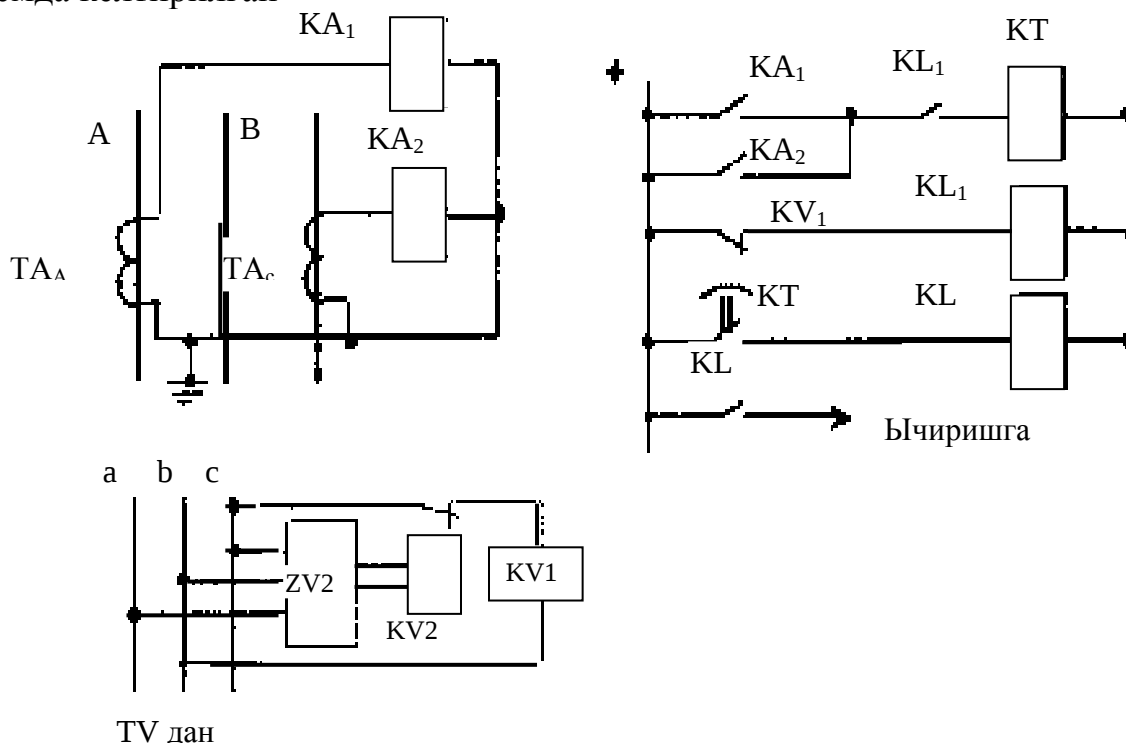
76-расм. Трансформаторларнинг максимал ток Ҳимояси схемаси.

а) Икки чул'амли трансформатор учун

б) уч чул'амли трансформатор учун

Максимал токли кучланиш бўйича блокировка қилинадиган Ҳимоя

Бу Ҳимоя ўрта қувватли трансформаторларда узоқдан захи-ралашда сезгирликни ошириш учун қўлланилади. Ҳимоянинг принципиал схемаси. 77-расмда келтирилган



77-расм. Максимал токли кучланиш бўйича блокировка қилинадиган Ҳимоя схемаси.

Ҳимоя таркибига ишга тушурувчи орган ток релеси KA1 ва KA2 кучланиш бўйича ишга туширувчи орган тескари кетма-кетлик кучланиш фильтри ва релеси ZV2 ва KV2; минимал кучланиш реле KV1 лар кирази.

Икки фазали қисқа туталиш содир бўлганда тескари кетма-кетлик кучланиш фильтри ишлайди. Яъни KV2 ишлаб KV1 реле чул'амидан кучланишни олади. У эса ўз навбатида KL1 чул'амига узгармас кучланишнинг мусбат қийматини беради. Ишлаб қисқа туталиш бўлгани учун ток релелари оркали берилган буйрукни оралик релега узатади. Шу билан бу Ҳимоя ишлаб кетади. Уч фазали қисқа туталишда тескари кетма-кетлик кучланиш фильтри ишламайди, лекин кучланишни KL1 реледа пасайиб кетишида Ҳимоя ишлаб кетади.

Бу Ҳимояни ишлатиш токи номинал токидан ва минимал кучланиш релеси кучланишдан соланади. KV1 релеси электр двигателларни ўз ўзини ишга туширишда ишлаб кетмаслиги шарт. KV2 реле эса фильтрда юргизиш иш режимда кучланиш мувозанатсизлигидан ишламаслиги керак.

Ҳимояни ишлатиш токи ва кучланиши қуйидагича бўлади.

$$I_{сз} = \frac{K_H}{K_B} I_H$$

Кучланиши, $U_{срkv1} = \frac{U_{\min}}{K_H K_B} \approx 0,85U_{ном}$

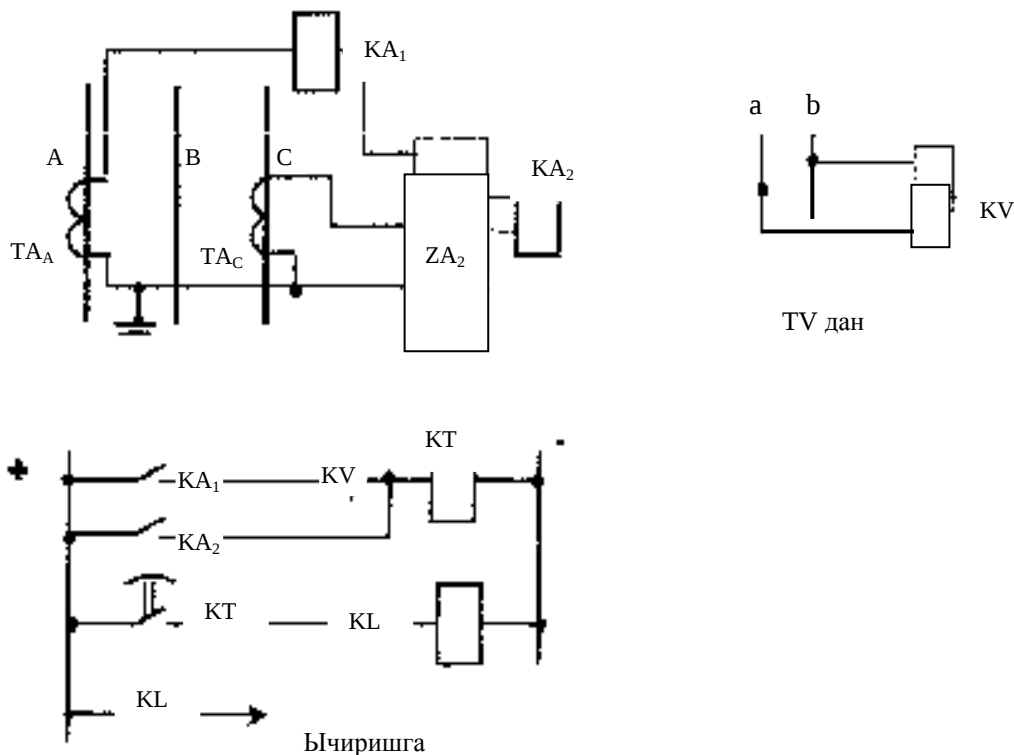
$$U_{срkv1} = \frac{U_{сз}}{K_B}$$

$$U_{срkv2} = 0,6U_{ном}$$

Ишлаш тамоилидан кўриниб турибдики, бу Ҳимоя оддий максимал токли Ҳимояга нисбатан юқори сезгирликка эга.

Тескари кетма-кетли токнинг Ҳимояси

Тескари кетма-кетли токнинг Ҳимояси кучайтирувчи трансформаторлар ва автотрансформаторларда симметрик бўлмаган қисқа туташишларда узоқдан захираловчи Ҳимояни таъминлаш маҳсадида ўрнатилади. Ҳимоя кетма-кетли ток филтри, КА2 релеси ва вақт КТ релесидан иборат. (78-расм)



78-расм. Тескари кетма-кетли ток Ҳимояси.

Уч фазали қисқа туташишларда Ҳимояни ишлаши учун ток релеси КА1 ва минималь кучланиш релеси КВ қўлланилган.

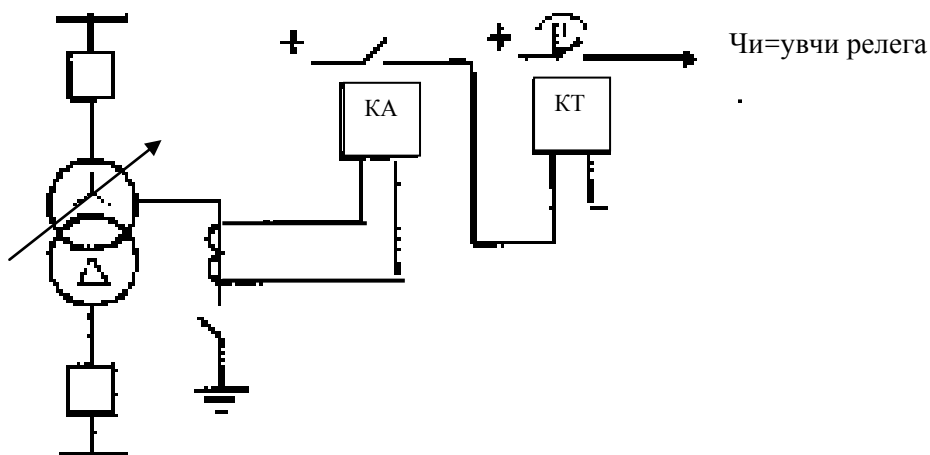
Ҳимояни ишлатувчи бирламчи ток, филтрнинг чиқишидаги максимал юкламасидан келиб чиқиб танланади.

$$I_{2хи} \geq (0,1-0,2) I_{ном}$$

Катта қувватли трансформаторларда, тизимлараро боʻланишда ишлатиш токини танлаш сезгирлиги бўйича тавсия этилади.

Ташқи ерга қисқа туташидан Ҳимоя

Ҳимоя кучайтирувчи трансформаторларда ташқи қисқа ерга туташидан нейрали ерга максимал уланиш бўлганда ва трансформаторнинг асосий Ҳимояларини захиралашда қўлланилади. Ҳимоя трансформаторини нейтралига ўрнатилган ток трансформаторига, ток ва вақт релесини боʻлаш билан бажарилади.



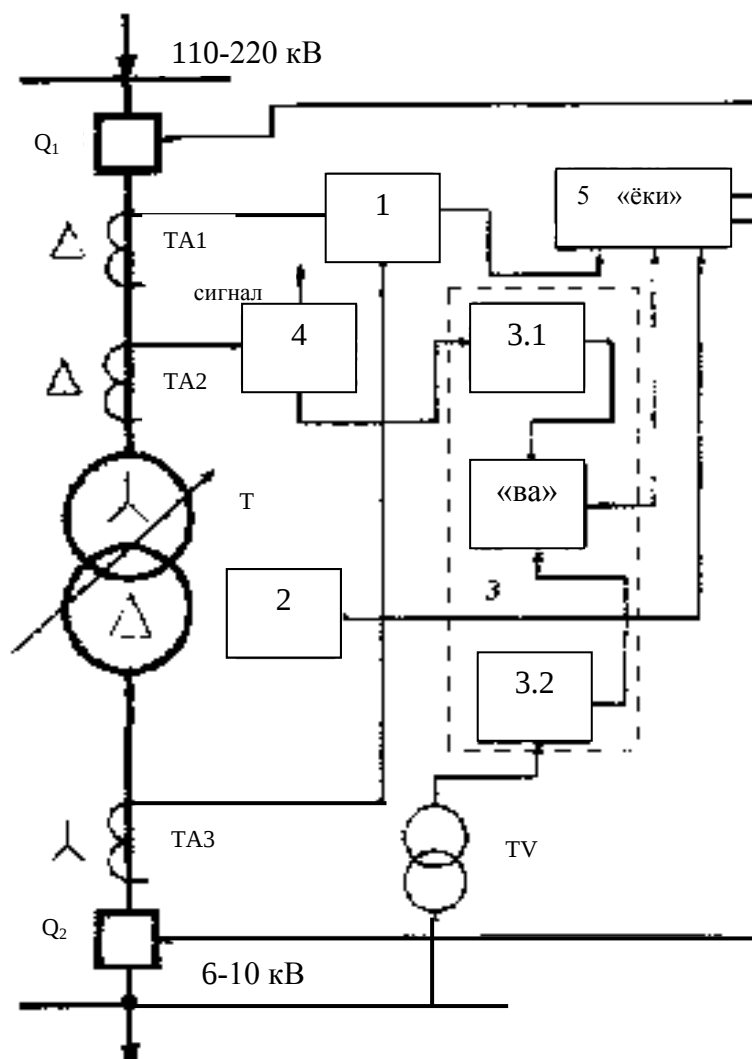
79 – расм. Нуль кетма- кетли токли Ҳимоя схемаси.

Ҳимояни ишлатиш токи қисқа туташидан аралаш Ҳимоялар билан келишилиб танланади. Бу Ҳимояни ишлатиш токи одатда қуйидагича бўлади.

$$I_{\text{ХИ}} \approx (0,4-0,8) I_{\text{Т.НОМ}}$$

Ортиқча юкланишдан Ҳимоялаш усули.

Ортиқча юкланишдан Ҳимоя фаза токига уланган максимал токли Ҳимоя ёрдамида бажарилади. Ҳимоя вақт билан сигнал беради. Хизмат кўрсатилмайдиган подстанцияларда юксизлантириш ёки ўчиришга буйруқ беради. Икки чулʼамли трансформаторларни Ҳимоялашда, Ҳимоя асосий таъминланиш манба томонга, уч чулʼамли трансформаторларда эса асосий таъминланиш манба томонда ва манба уланмаган томонида қўлланилади. Трансформаторни ортиқча юкланишдан Ҳимоясини ишлатиш токи қуйидагича схема қабул қилинади.



80-расм. Кучланиш 110/220/6,6; 11 кВ, қуввати 6,3 МВА ва юқори бўлган пасайтирувчи трансформатор Ҳимояларининг структура схемаси.

- 1- дифференциал Ҳимоя
- 2- газли Ҳимоя
- 3- кучланиш бўйича блокировкали максимал токли Ҳимоя (М.Т.Х.)
- 4- Ортиқча юкланишдан Ҳимоя
- 5- Ҳимоянинг ижрочи органи

6.7. Генераторларнинг Ҳимояси.

Синхрон двигателлар электр ва механик юкламаларни интенсив режимда ишлайдиган асосий жиҳозларга киради. Уларнинг ишдан чиқиш сабаблари тизимда бўладиган Ҳалокатли Ҳолатлар Ҳисобланади. Шунинг учун уларнинг релели Ҳимояси тез ишлаш, танлаб ишлаш, сезгирлик ва ишонччилик талабларига тўла жавоб бериши керак. Шунингдек генераторларнинг ишдан чиқиши қуйидаги асосий сабабларга эга бўлади.

Генераторлардаги бузилишлар

Ўрамлараро қисқа туташиш Ҳавфли бузилиш саналиб, қўшилиб қолган ўрамларда бошқа нормал чул\амлардаги токнинг озгина ўзгариши, шу чул\амда катта токни пайдо бўлишига олиб келади.

Ерга қисқа туташиш жуда кўп юзага келадиган бузилишдир. Ерга қисқа туташиш жойида электр ёй Ҳосил бўлади ва маълум миқдорда статор пулатини ишдан чиқаради.

Кўп фазали қисқа туташишни пайдо бўлиш эҳтимоли изоляцияни бузилишида бир фазали қисқа туташидан келиб чиқади. Пайдо бўлган тоқлар генераторни бузилишига олиб келиши мумкин. Шунинг учун генератор дарҳол ўчирилиш керак.

Ротор чул\амидаги бузилишлар. Генератор роторининг чул\ами юқори бўлмаган кучланиш (300-500) В бўлади. Шунинг учун унинг изоляцияси маълум миқдорда захирали бўлиши керак. Лекин о'ир механик иш шароитида ерга токнинг оқиши бир ёки икки нуктасида бўлиши мумкин. Роторнинг бир нуктасини ерга уланиши генератор ишига таъсир этмайди. Лекин қўз\атишнинг иккинчи нуктаси Ҳам ерга уланиши мумкин. Бу Ҳодисанинг бўлиши ротор чул\амининг бир қисмини шунтлайди. Магнит майдонининг ўзгариши тўлқинланишига, подшипникларнинг қисиб тургичларини бузилиши ва мис чул\амнинг эришига олиб келади.

Нормал бўлмаган режимлар. Бу режимда ташқи қисқа туташишлардан бо\ланмалар Ҳимоя қилинади. Лекин бо\ланмаларда Ҳимоя ишалмай қолганда ёки ўчиргичи ишламай қолса, қисқа туташиш токидан генератор Ҳимояси генераторни ўзини тармоқдан ўчиради.

Генераторни ортиқча юклаш параллел ишлаётган генераторларнинг бир қисми ўчиб қолса, двигателларнинг ўз-ўзини ишга туширишда, қўз\атишни йўқолишида содир бўлади. **Ортиқча юкланиш:** чул\амларини қизиши, изоляцияни эскириши ва ниҲоят бузилишларга олиб келади. Ортиқча юкланишда Ҳимоя сигнал бериши керак. Агар генераторларнинг юкламаларини камайтириш натижа бермаса маълум вақтдан сўнг генераторни ўчириш керак бўлади.

Фаза тоқларининг несимметрияси ташқи бир фазали ва икки фазали қисқа туташишларда, катта юкламанинг носимметрияси энерготизимни тўла фазали бўлмаган иш режимларида пайдо бўлади. Носимметрия натижасида статор чул\амида тескари кетма- кетлик токи пайдо бўлади. Бу пайтда роторда икки баробар катта частотали ток оқади. Носимметрик юкламанинг рухсат этилган давомийлиги. $t_{рух}$ -қуйидагича бўлади.

$$t_{рух} = \frac{A}{I_2^2}$$

Бунда $I_2=I_2/I_{ном}$ тексари кетма-кетлик токининг нисбий қиймати
 A – иссиқлик доимийси, генераторнинг турига бо\лиқ бўлади.

Кучланишни ошиши қўзғатиш тизимининг носозлигидан юзага келади. Ҳимоя турба ва гидрогенераторларнинг қуввати 160 МВт ва юқори бўлганда ўрнатилиш шарт

Асинхрон юриш—қўзғатиш режимдан йўқолиши, тармоқдан истеъмолчиларнинг кўпроқ реактив қувват қабул қилиши, роторнинг айланиш частотасини ўзгариши ва бошқалардир. Генераторнинг стартор токини оширилиши асинхрон режимда вақт билан чекланади.

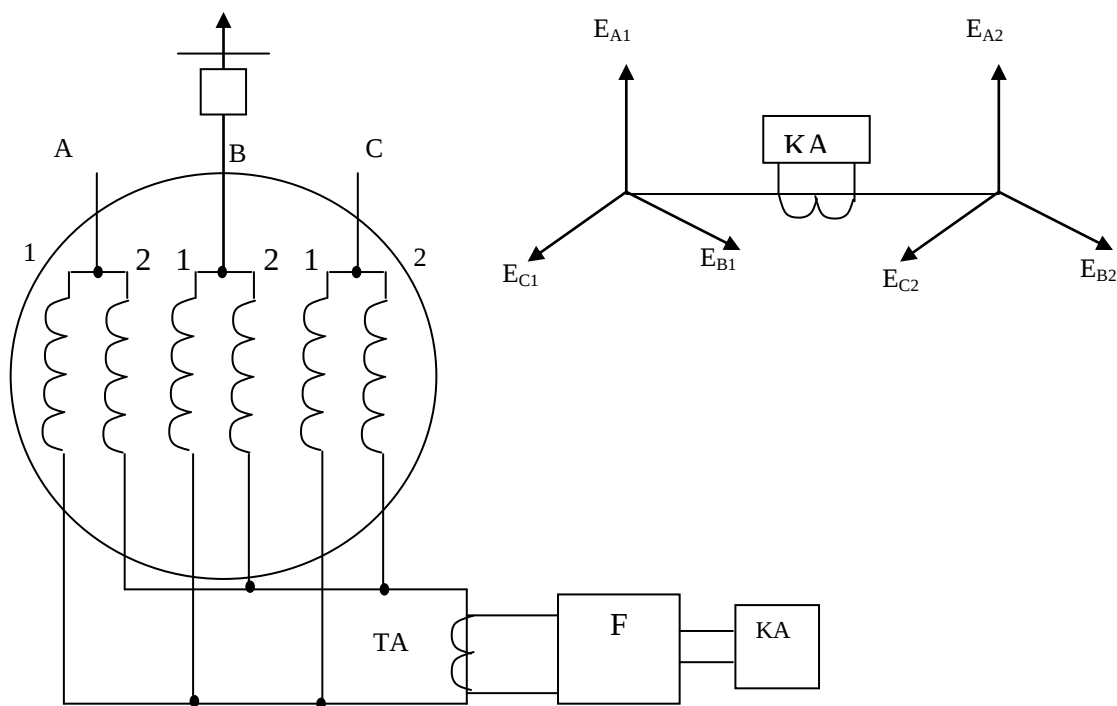
қувват (63-500) МВт генераторлар учун асинхрон режим вақти 15 минут бўлади. қувват 800 МВт ва ундан юқори қувватларда асинхрон режимга рухсат этилмайди.

Генераторларни ички бузилишлардан Ҳимоялаш.

Ички бузилишлардан Ҳимоялаш учун буйлама ва кундаланг дифференциал Ҳимоялар қўлланилади.

Кўндаланг дифференциал Ҳимоя .

Кўндаланг дифференциал Ҳимоя генераторларнинг статорида параллел ўрамлар бўлганда ўрнатилиб, у ўрамлараро қисқа туташидан ишлайди. Унинг ишлаш тамойили параллел ўрамлардаги оқадиган токларни таққослашга асосланган. Ҳимоя бир тизимли бажарилиб ток релеси ва юқори гармоника филтритдан иборат. Бу реле параллел ўрамларнинг охирларини туташиш жойига ўрнатилган ток трансформаторга уланади. (81-расм)



81- расм. Генераторнинг кўндаланг дифференциал Ҳимоясини иш тамойили

Нормал режимдаги генератор ўрамларидаги ЭЮК лар ўзаро тенг бўлади.

$$E_{A1}=E_{A2}; \quad E_{B1}=E_{B2}; \quad E_{C1}=E_{C2}$$

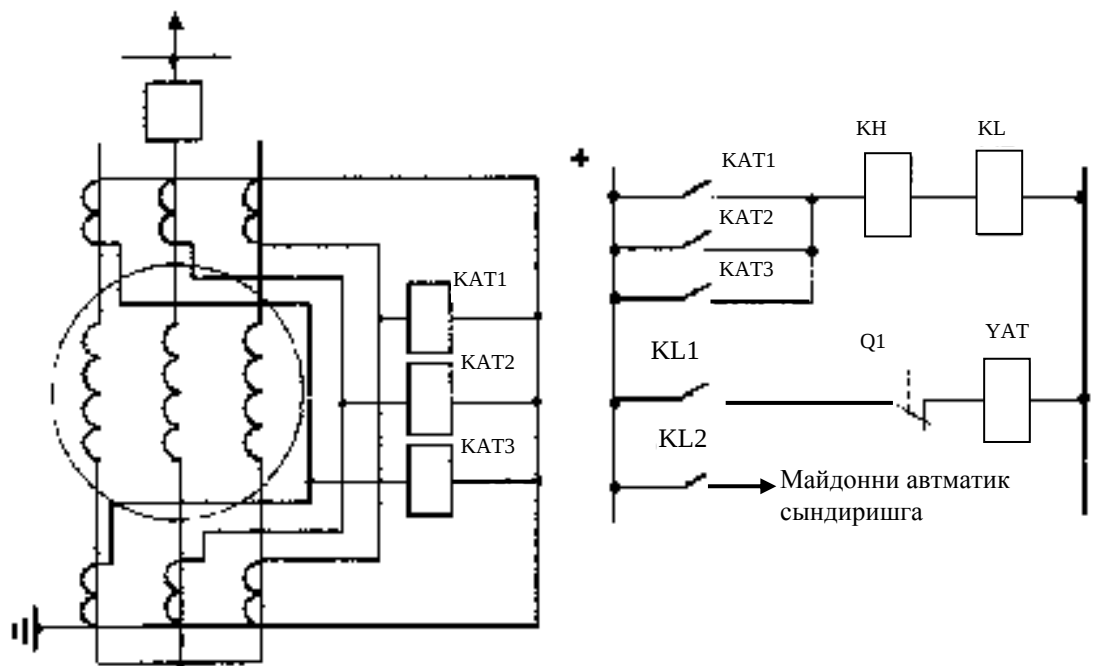
Ўрамлар орасидаги қисқа туташиш А фазали 1 ўрамида бўлса унда ЭЮК параллел 1 ва 2 урамида тенг бўлмайди, яъни $E_{A1} < E_{A2}$, бўлади ва нул ўтказгичда ток оқади Ҳамда реле ишлайди.

ЛойиХалашда Ҳимояни ишлатувчи бирламчи ток $I_{x1}=0,2 I_{ном}$ бўлади. Статор чул\амида параллел ўрамлари бўлмаган генераторларнинг ўрамларидаги қисқа туташидан ерга қисқа туташиди Ҳимояси сақлайди.

Бўйлама дефференциал Ҳимоя.

Бу Ҳимоя генераторларни кўп фазали қисқа туташидан асосий Ҳимояси Ҳисобланади. Ҳимоя трансформатор токига уланиб, генераторнинг фазалари ва нул чиқишларига ўрнатилади. Ҳимояни ишлаш таъмоили фаза ва нул томонларидаги оқадиган токларни таққослашга асосланган. Ҳимоя зонасига: генератор чул\амлари, чиқиши ва тақсимловчи курилмаларгача бўлган шиналар киради. Ҳимоянинг сезгирлигини ошириш учун ишга туширувчи орган сифатида тўйинадиган трансформаторли ток релеси ёки тормозловчи ток релеси фойдаланилади.(82-расм)

Дифференциал Ҳимояни сезгирлигига икки фазали қисқа туташиди токи бўйича Ҳисобланади. Уни Ҳисоблаш икки Ҳолатда бажарилади.1-хол генераторнинг ўчиргичи ўчирилган ва қисқа туташиди токи генератордан қисқа туташиди нуқтасига қараб оққанда;2-Ҳол қисқа туташиди генераторда синхронизмга қўшиш



82-расм. Генераторни буйлама дифференциал Ҳимояси схемаси.

пайтида, яъни ток тармоқдан генераторга қараб оққанда. бу иккала Ҳолда Ҳам сезгирлик коэффициентлари тенг ва иккидан кичик бўлмаслиги шарт.

6.8. Ташқи қисқа туташидан токли Ҳимоялар

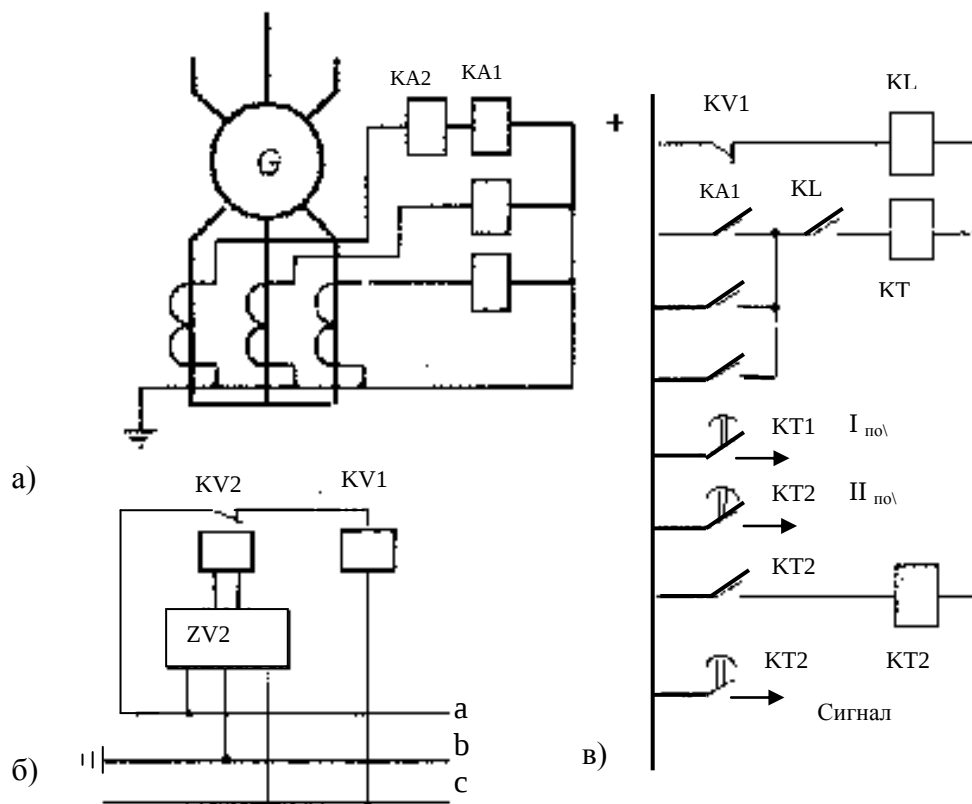
Генераторнинг бундай турдаги Ҳимоясида генератор Ҳимояси ишламай қолса ёки аралаш Ҳимояларнинг ўчиргичлари ўчмай қолса, генераторнинг асосий Ҳимояларини захиралаб ўчириш учун фойдаланилади. Ҳимоя турини танлаш генератор кувватига бо\лиқ. куввати 30 МВт гача бўлган

генераторларда кучланиш билан блокировка қилинувчи максимал токли Ҳимоя, ўрта қувватли генераторлар учун 30 дан 60 МВт гача – икки по\онали тескари кетма-кетлик токи Ҳимояси; юқори қувватли генераторларда эса –тўрт по\онали тескари кетма-кетлик токли Ҳимояси ва масофали Ҳимоя қўлланилади.

Кучланиш билан блокировка қилинадиган максимал токли Ҳимоя

Ҳимоя фаза тоқларига уланган учта ток релесиди бажарилган. Ток релелари статор чул\амининг нул чиқишларидаги ўрнатилган ток трансформаторларга уланган. Ортиқча юкланишда Ҳимоя ишлаб кетмаслиги учун икки кучланиш релеси KV_1 , KV_2 ва тескари кетма-кетлик кучланиш релеси ZV_2 , билан блокировка қилинади.

Ортиқча юкланишда реле KV_1 ўзининг контактини очик ушлаб туради ва Ҳимояни блокировка қилиб туради. Носимметрик қиска туташилларда тескари кетма-кетлик кучланиши пайдо қилади ва реле KV_2 ишлайди. KV_1 реленинг таъминланиши манбасини узади. Реле KV_1 ишлаб, контактни ёпиб, оралик реле KL га буйруқ беради. Бу пайтда қайси фазаларда қиска туташилш содир бўлганлигига Ҳараб ток релеларида бири ёки иккаласи ишлаган бўлади. KL реле ишлаб блокировка қилинади ва Ҳимоя ишга тушади. Уч фазали қиска туташилшда эса KV_1 реле ишга тушиб Ҳимоянинг ишлашига рухсат беради.



83-расм Кучланиш билан блокировка қилинадиган максимал токли Ҳимоя схемаси.

- а) Ўзгарувчан ток занжири;
- б) Кучланиш занжири;
- в) Ўзгармас ток занжири.

Ҳимояни ишлатиш токи генераторнинг номинал токидан соланади. Минимал кучланиш релеси эса минимал ишчи кучланишдан соланади. Ҳимоянинг нотўри ишлашининг олдини олиш учун двигателларнинг ўз-ўзини ишга туширишдаги кучланиши Ҳисобга олиниб, Ҳимояни ишлаш кучланиши 0,5 Ун гача танланди.

Тескари кетма-кетлик кучланиши филтърнинг ишлаш кучланиши эса филтърнинг чиқишдаги кучланиш мувозанатсизлиги (небалансидан) соланади.

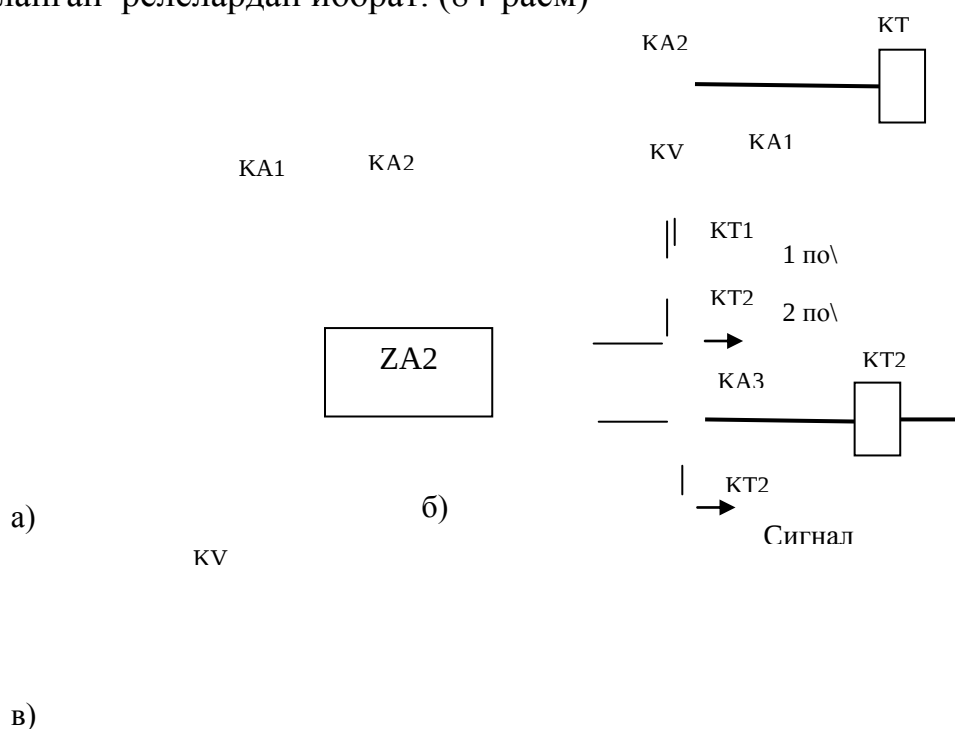
Ҳимояни ишлаши иккита вақтдан иборат бўлиб, биринчиси секция ва шина боламлари ўчиргичига сигнал беради, иккинчисидан эса генераторни ўчиришга буйруқ беради.

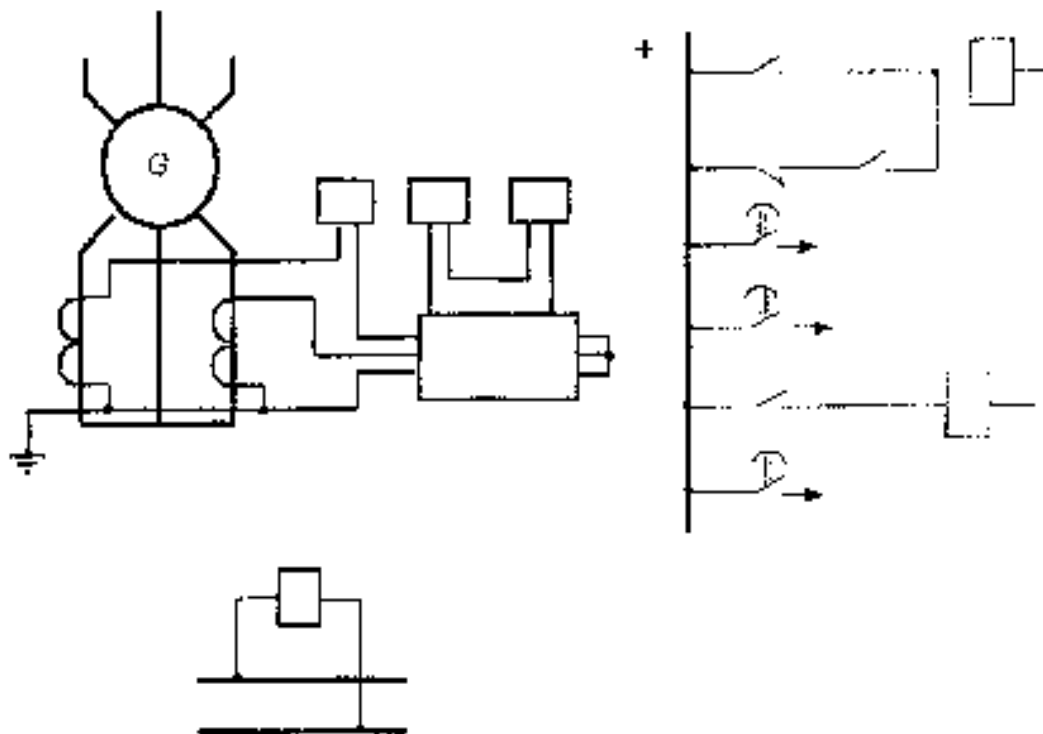
Ток релеси КА генераторни фаза токига уланган бўлиб ортиқча юкланишдан Ҳимоялаш функцияни ўтайди.

Тескари кетма-кетлик токли Ҳимояси

Ўрта ва катта қувватли генераторлар учун кучланиш бўйича блокировка қилинадиган Ҳимоя, талаб этиладиган сезгирликни, узоқдан захиралаш шартлари бажармайди. Шунинг учун бундай генераторларни ташқи қисқа туташидан Ҳимоя қилиш учун тескари кетма-кетлик токли Ҳимояси қўлланилади. Юқорида айтиб ўтилгандек қуввати 30-60 МВт бўлган генераторларни носимметрик қисқа туташидан икки понали тескари кетма-кетлик токли Ҳимояси қўлланилади.

Ҳимояни иккита ток релеси КА2 ва КА3 тескари кетма-кетлик токи филтрига уланган релелардан иборат. (84-расм)





84-расм. Икки по\онали тескари кетма-кетлик токли Ҳимояси.

- а) Ўзгарувчан ток занжири
- б) Кучланиш занжири
- в) Ўзгармас ток занжири.

Биринчи по\онали ток релеси КА2 яқиндан ва узоқдан захиралаш талабини таъминлаш учун

$$I_{\text{хи}}^{\text{па}} = (0,3-0,7)I_{\text{н}}$$

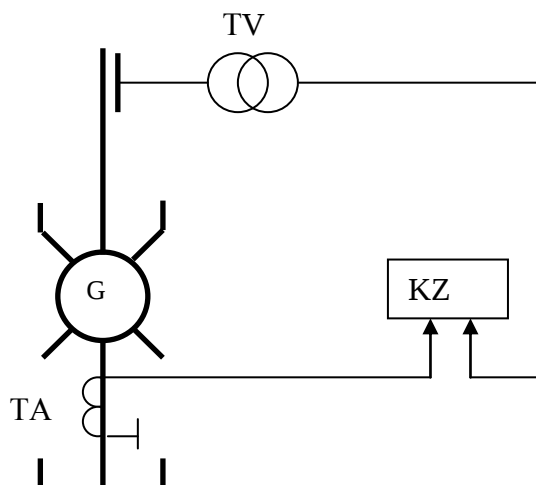
Иккинчи по\она релеси КА3 тармоқда носимметрик юклама бўлиши Ҳақида сигнал беради.

$$I_{\text{хим}}^{\text{па}} = (0,08 \div 0,1)I_{\text{ном}}$$

Реле КА1 ва КV уч фазали симметрик қисқа туташишда Ҳимоянинг ишини таъминлайди. Куввати 60 МВт ва ундан юқори турбогенераторлар учун ташқи симметрик қисқа туташишда масофали Ҳимоя ва носимметрик қисқа туташишларда тўрт по\онали тескари кетма-кетлик токли Ҳимоя қўлланилади.

Масофали Ҳимоя

Масофали Ҳимоя айлана ёки эллиптик характеристикаси III квадратга силжиган реледа бажарилади. Ҳимоя трансформаторлар тоқларнинг (I_A-I_B) айирмасига уланади. Тоқ трансформаторлари эса генераторнинг нейтралига ва кучланиш трансформатори эса фазалар аро кучланишларга (U_{AB}) уланади. 85-расм.



85-расм. Ташки қисқа туташидан масофали Ҳимоянинг уланиш схемаси.

Ҳимоянинг ишлаш қаршилиги максимал юклама режимдан созланади ва қуйидагича бўлади:

$$Z_{сз} = \frac{Z_{юк}}{K_u K_k \cos(\varphi_{мс} - \varphi_{ю})}$$

K_u -ишончлилик коэффиценти; K_k - қайтиш коэффиценти;
 $\varphi_{мс}$ - максимал сезгирлик бурчаги; $\varphi_{юк}$ - юклама бурчаги;

У холда

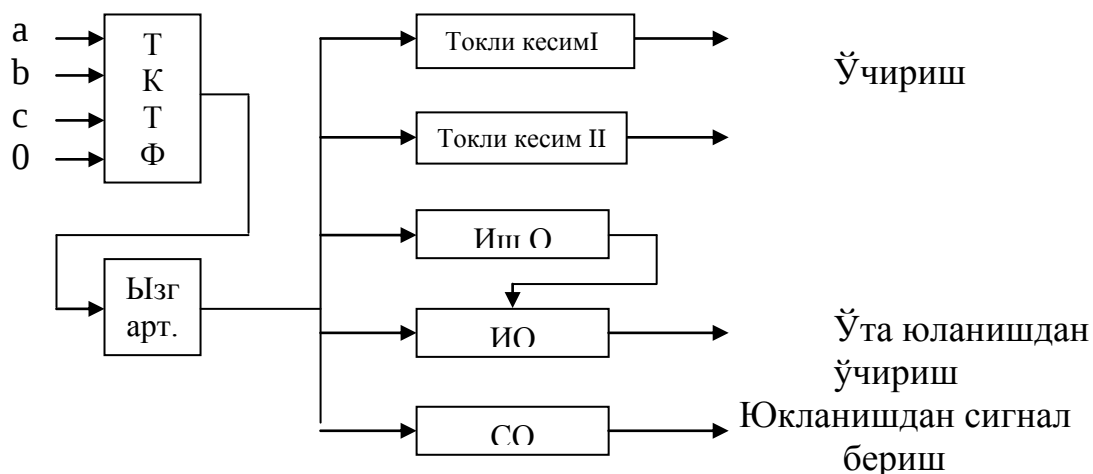
$$Z_{юк1} = \frac{U_{мин}}{\sqrt{3} I_H}$$

$U_{мин}=0,95 U_{ном}$ - генераторнинг чиқишларидаги минимал кучланиш.

Узоқдан захиралаш шартини яхшилаш учун кўп Ҳолларда эллиптик характеристикадан фойдаланиш мақсадга мувофикдир. Ҳимоя икки вақт билан яқиндан ва узоқдан Ҳимояни таъминлаш учун ишлайди. Талаб этиладиган сезгирлиги 1,2 ва 1,5 дан кам бўлмаслиги шарт.

Тўрт по\онали тескари кетма- кетлик токидан Ҳимоя.

Тўрт по\онали тескари кетма- кетлик токидан Ҳимоя икки кесим; сигнал, ишга туширувчи ва интеграл органлардан иборат.



86-расм. Тўрт по'нали тескари кетма-кетлик токдан Ҳимоялаш структура схемаси.

Информация ТКТФ (тескари кетма-кетлик ток фильтри)дан ток Ҳақида тескари кетма-кетлик фильтрини чиқишидан кириш ўзгартгичи орқали схемага берилади. Сезгир кесим, 1- узоқдан захироловчи Ҳимоя, 2- яқиндан захироловчи интеграл орган Ҳисобланади. ИО генераторни тескари кетма-кетлик токи натижасида ортиқча юкланишдан Ҳимоялаш учун; сигнал органи СО эса носимметрик ортиқча юкланиш Ҳақида сигнализация учун мўлжалланган.

II- токли кесимни ишлатиш токи қуйидагича бўлади.

$$I_{2\text{сромс}} = \frac{I_2^{(2)}}{K_{\text{сез}}}$$

$K_{\text{сез}} = 1,2$ талаб этиладиган сезгирлик.

Генераторни чиқишларида қиска тутатиш пайтида ўта юқори ўтказувчан тескари кетма-кетлик токи қуйидагича:

$$I_2^{(2)} = \frac{1}{X_{\alpha}'' + X_2}$$

Бу ерда:

X_{α}'' - генераторнинг ўта юқори ўтказувчанлик қаршилиги (нисбий бирлик)

X_2 - генераторнинг тескари кетма-кетлик қаршилиги

Юқори сезгирлик коэффицентини танлаш трансформаторда қиска тутатиш содир бўлганда Ҳимоянинг ортиқча ишлаб кетиши олдини олиш рухсат этилмайди.

Бунда кесим II нинг вақти 0,3 с га тенг.

Бу II кесимни қўллаш генератор занжирида ўчиргичи бўлган энергия блокларидаги, трансформатор блоки ва шахсий истеъмоли таъминотини, генераторда бузилиш бўлганда ва асосий Ҳимоя ишламай қолса тавсия этилади.

Ўчиргичсиз бўлган энергия блокларининг генератор занжирларда II-кесим Ҳимояни узатиш мажбурий эмас. I-токли кесим икки фазали қисқа туташуш захиралаш зонасининг охирида бўлганда ва захироловчи Ҳимояларни фазалараро қисқа туташушлардан ишлаши билан мослаштирилади. Кесимнинг биринчи вақти захироловчи Ҳимояларни вақтидан соланади ва шинани бўлиб қуяди, иккинчи вақти эса танлаб ишлаши учун биринчидан кўп бўлиб, генератор ўчиргичи ёки блок ўчиргичини ўчиради. Интеграл орган генераторни тескари кетма-кетлик токидан ортиқча юкланишга мос ишлаш характеристикасига эга бўлиб, ишга туширувчи орган томонидан ишга туширилади.

$$I_{2\text{иш.иш.о}}=(0,08-0,24)I_{\text{ном}}$$

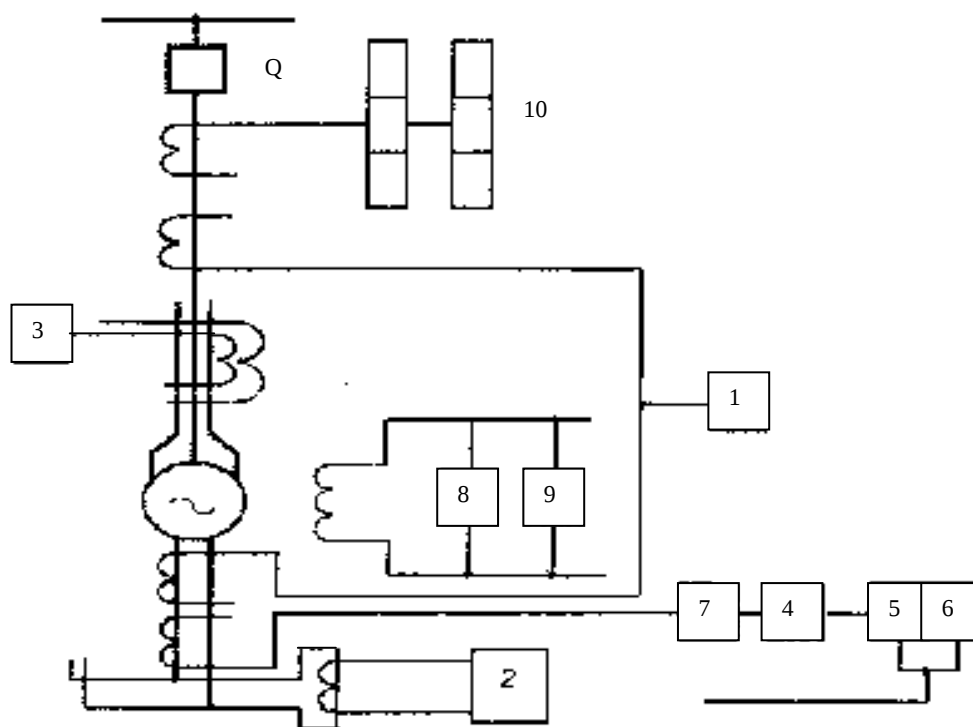
Сигнал органининг ишга туширувчи токи $I_{2\text{иш. иш.к}} 0,09 I_{\text{ном}}$ бўлиб вақти эса блокни захироловчи Ҳимояларининг вақтидан катта бўлмаслиги шарт.

Ортиқча кучланишдан Ҳимоялаш

Бу Ҳимоя генераторлар билан ишлайдиган блокларда қўлланилади. Ишлаш кучланиши (1,5-1,7)U_н вақти эса $t_{\text{хи}}=0,5$ с бўлади.

Турбогенераторли блокларда турбогенераторнинг қуввати 160 МВт дан бошлаб ўрнатилади ва $1,2 U_{\text{ном}}$ кучланишда ишлайди. Уни ишга киритиш генераторни салт ишлашида $t_{\text{хи}}=3$ с билан бажарилади. Унинг мақсади генераторни тармоқдан ўчирилганда қисқа вақтда ошиб кетадиган кучланишдан Ҳимоя қилади.

Турбогенераторнинг релели Ҳимоя схемаси 87- расмда келтирилган.



87-расм. Турбогенераторни релели Ҳимоясининг принципиал схемаси.

- 1-бўйлама дифференциал Ҳимоя;
- 2-кўндаланг дифференциал Ҳимоя;
- 3-статор чул\амида ерга қисқа туташидан Ҳимоя;
- 4-тескари кетма-кетлик токидан Ҳимоя;
- 5-заҲираловчи дистанцион Ҳимоя;
- 6-ортиқча қўз\атишдан Ҳимоя;
- 7-генераторни симметрик доимий ортиқча юкланишдан Ҳимоя;
- 8-ротор чул\амида ортиқча юкланишдан Ҳимоя;
- 9-қўз\атиш чул\амида ерга туташидан Ҳимоя;
- 10-ўчиргични ишламай қолишида захираловчи ток релеси (УРОВ).

7. Электр двигателларнинг Ҳимояси

7.1. Электр двигателларида бузилишлар ва нормал бўлмаган режимлар

Электр станциялардаги шахсий истеъмоли тизимида асинхрон двигателлар қўлланилади. Шахсий истеъмоли механизмларида қисқа туташ роторли асинхрон двигателлардан фойдаланилиб, уларнинг тури, қуввати улар ҳаракатга келтирадиган механизмларни юкламаларининг характеристикасига боʻлиқ бўлади.

Синхрон двигателлар чекланган миқдорда шарли тегирмонлар ва компрессорларда қўлланилади. Ҳар йили юқори кучланиш электр жиҲозлардаги умумий бузулишлар 25-30% электр двигателларга тўғри келади. Асосий носозликни кучланиши электр бузилишлар бўлиб, улар статор ва ротор

чул\амларининг изоляциясини ишдан чиқиши билан бо\лиқдир. Кўп Ҳолларда Ҳамма Ҳодисаларни 80-95% статор чул\ами носозлигини 70% ни фаза ва олд қисми бўйича 25-30% фазаларни бўшлиқ орали\ида тутатиши ва изоляциясини ишдан чиқишга тў\ри келади.

Изоляциянинг бузилишини қуйидагилардан келиб чиқиши мумкин:

1) Завод деффеки; 2) қоникарсиз таъмирлаш ишларини бажариш; 3)Эксплуатацияни қулайсиз шароити;4)Ортиқча кучланишни салбий таъсирдан яъни коммутация ва ёй чиқариш билан ерга тутатиш натижаси.

Асосий бузулишлар турларига статор чул\амида кўп фазали қисқа тутатишлар, статорни чул\амини бир фазасини ерга қисқа тутатиши, ерга иккиланма марта қисқа тутатиши, ўрамлардаги қисқа тутатишлар киради. Нормал бўлмаган режимларга симметрик ва носимметрик ортиқча юкланиши, электр таъминотини узилиши, паст кучланишда ишлашлар ўрганилади.

Электр двигателларда бузилишлар.

Бундай холда фазалараро ва ўрамлардаги қисқа тутатишлар кам ўчрайди, лекин улар о\ир Ҳолатларга олиб келади. Бузилиш жойида Ҳосил бўлган ёй, электр двигателда ён\ин бўлишга олиб келади ва статор чул\амининг бир қисмини ишдан чиқаради Ҳамда актив пўлатини эришига олиб келади. Динамик таъсир двигателни олди қисмини деформацияга олиб қолади. Чиқишларидаги бузилишлар шина кучланишини тез пасайиб кетишига олиб келади ва истеъмолчилардаги электр энергияга таъсир этади. Статор чул\амидаги бир фазали ерга қисқа тутатиш кенг тарқалган бузилиш турларидандир. Бу бузилиш икки Ҳолатда содир бўлиши мумкин.Биринчи Ҳолат изоляциясини эскириши билан нормал ишчи кучланишда изоляцияни тешилиши, иккинчи Ҳолат ортиқча кучланишдан изоляцияни тешилишидир. Хавфлилик корпусга қисқа туташганда эриган пўлатнинг хажми ва кейинчалик бир фазали қисқа тутатишни ўрамлар орасидаги ёки фазалараро қисқа тутатишга ўтиши билан баҲоланади.

Иккиланган ерга қисқа уланиш нейтралли изоляцияланган ёки компенсацияланган нейтралли тармоқларда юзага келади. Синхрон двигателларнинг қўз\атиш занжирларидаги бузилишлар, узилиш, бир ёки икки нуқтада ерга қисқа тутатиш натижасида содир бўлади. Асинхрон режимни юзага келиши ротор ва статорни қизишига олиб келади. қў\атилмаган синхрон двигателни асинхрон режимда ишлаши 30 секунддан бир неча минутгача чўзилади. қўз\атиш занжирининг ерга тутатиши бир фазали бўлганда хавфлилик ту\дирмайди. Лекин иккинчи нуқтада қўз\атиш занжири ерга уланиб қолса қисқа туташ контур Ҳосил қилади ва ўша нуқтадан, яъни бузилиш бўлган ердан катта ток оқади ва ўз навбатида изоляциянинг бузилишига олиб келади.

Электр двигателларнинг ишида нормал бўлмаган режимлар.

Электр двигателларни ишига нормал бўлмаган режимлар ортиқча юкланишдир. Ортиқча юкланиш симметрик ва носимметрикка бўлинади. Симметрик ортиқча юкланиш токни ошиши билан характерланиб конструктив элементларнинг температурасини кўшимча оширади.

Ток бўйича ортиқча симметрик юкланишлар қуйидагича:

- 1.Технологик жараённинг ўзгариши
- 2.Юргизувчи механизмнинг носозлиги
- 3.Таъминловчи тармоқда кучланишнинг камайиши
- 4.Юргизувчи механизмнинг ортиқча юкланиши двигател учун Ҳисобланмаган бўлсада двигателни ишга тушириш ёки ўз-ўзини ишга тушириш кабилардир.

Ортиқча юкланишда чул\амларни деформацияси, изоляцияда ёриқларни пайдо бўлиши двигателни иш муддатини камайтиради.

Шунинг учун двигателларда махсус Ҳимоялар симметрик ортиқча юкланишда сигналга таъсир этувчи Ҳамда юргизувчи механизмни юксизлантириш ёки двигателни ўчириш кабилар қўлланилади..

Носимметрик ортиқча юкланиш тўлиқ бўлмаган фазалар режимида юзага қилади ва таъминловчи кучланишда тескари кетма-кетлик кучланишини юзага келтиради.Тузилишни сабаби тўлиқ фазалар бўлмаган , фаза симида бузилиш, статор чул\амининг чиқиш нуқтасидаги бузилишлардир.Электр энергияни стандартлик сифатида тескари кетма-кетлик кучланиши давомий режимда 2% дан катта бўлмаслиги керак. Асинхрон двигателлар учун тескари кетма-кетлик кучланиши 2,3÷4,5% ни ташкил қилади. Тескари кетма-кетлик майдони, кутблари кўринмайдиган роторнинг устки қисмини қиздиради ва роторни силкинтиради.

7.2. Фазалар аро қисқа туташидан электр двигателларни Ҳимояси

Фазаларо қисқа туташидан токли кесим ва дифференциал Ҳимоялар қўлланилади. Токли кесим қуввати 5000 кВт гача бўлган электродвигателлар етарли сезгирлик бўлиши учун қўлланилади. Токли кесимни сезгирлиги етарли бўлмай қолганда дифференциал Ҳимоя қўлланилади. Дифференциал Ҳимояни қуввати (3500-4000) кВт бўлса қўлланилади.

Токли кесим.

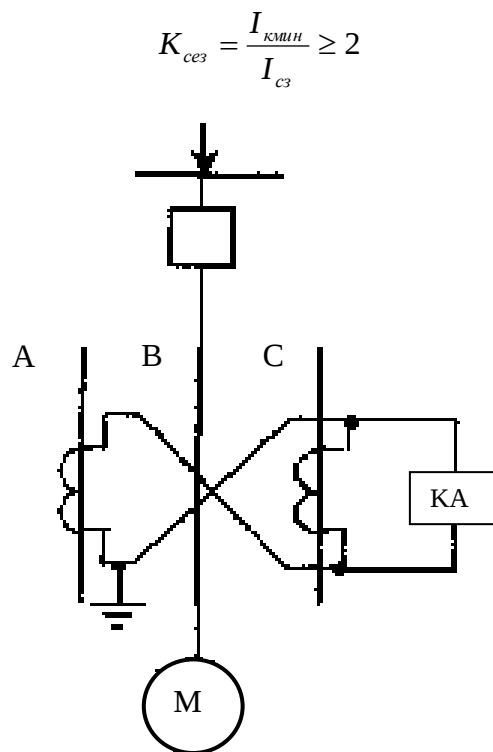
Токли кесим Ҳимояси қуввати 2000 кВт гача бўлган электр двигателларда бир релели бажарилади. Бунга электр станциядаги шахсий истеъмол электр двигателлари кирмайди.(88-расм) қуввати (2000-4000) кВт электр двигателларда токли кесим икки релели бажарилади.(89-расм). Агар бир релели токли кесим Ҳимояси сезгирлиги қуввати 2000 кВт гача бўлган двигателларда кичик бўлса у Ҳолда икки релели схема қўлланилади.

Асинхрон двигателларда токли кесимни бирламчи токи ишга туширувчи токидан созланади.

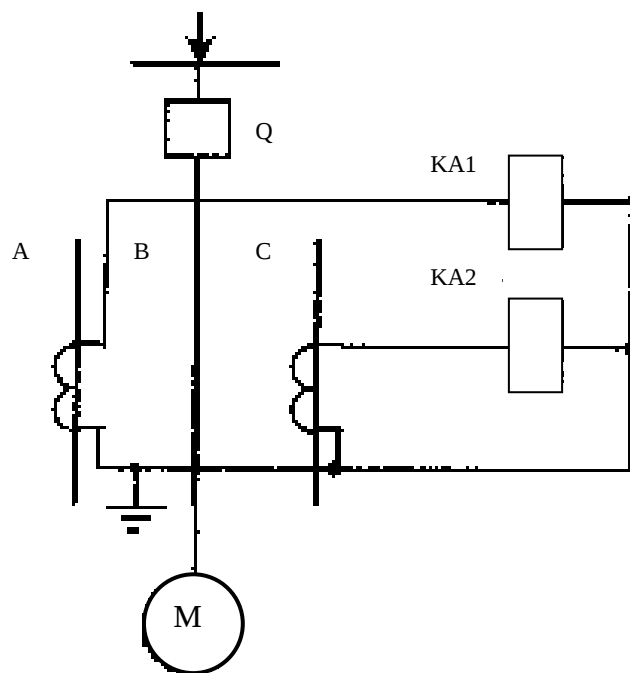
$$I_{хи} = K_{и} I_{пуск}$$

$K_{и}$ - ишончлилик коэффиценти реле турига қараб 1,4 дан 2 гача бўлади.

$I_{пуск}$ -электродвигателни ишга тушурувчи токи Ҳимоянинг сезгирлиги икки фазаси қисқа туташини двигателни минимал иш режимида фазали токи бўйича баҲоланади.



88.-расм. Бир релели токли кесим.



89-расм. Икки релели токли кесим.

Дифференциал Ҳимоя

қуввати 5000 кВт дан юкори бўлган электр двигателларда бўйлама дифференциал Ҳимоя тормозсиз ёки тормозлаш билан ўрнатилади. Тормозлаш билан дифференциал Ҳимояни бажариш учун, тормозлаш статор чул\амини нол чиқишларида ўрнатиладиган ток трансформатори томонда бажарилади. Тормозлашни бундай бажариш амалий жи\атдан магнит юритувчи куч (МЮК) ишига умуман таъсир қилмайди ва шу билан бирга Ҳимоянинг сезгирлигини янада оширади.

Ҳимоянинг ишлатиш токи ишга тушириш режимида ишончли ишламаслик шarti, ўз-ўзини ишга туширишда, ташқи қисқа туташишда ёки синхронсиз синхрон двигателни ишга тушириш шartларидан келиб чиқиб таналанади.

Ҳимояни ишлатиш токи

$$I_{\text{хи}} = (0,2-0,3)I_{\text{гном}}$$

Турбогенераторларда унинг ишлаш вақти $t_{\text{хи}}$ қ05-1,0с бир фазали токнинг куз\атиш занжирини бир нуқтада ерга уланишида Ҳисобга олинади.

7.3. Электр двигателларни ортиқча юкланишдан Ҳимояси.

Электр двигателларда ортиқча юкланишдан Ҳимоя технологик сабабларга ва электр двигателларини о\ир ишга тушириш шarti бўлса ва ўз-ўзини ишга туширишда вақти 20 сек ва ундан ортиқ бўлса қуйилади.

Ҳимояни ўрнатиш бир фазада бажарилади. Ҳимоя двигателни ўчиришга буйруқ берганда нуқсонли ишга туширилса;двигателни ўчирмасдан юксизлантриш иложи бўлмаса навбатчи персонал йўқ бўлсада

бажарилади. Автоматик юксизлантириш бўлганда Ҳимоя иккиланган вақтли бажарилади. Ҳимояни биринчи вақти кичик бўлиб механизмни юксизлантиришга, катта вақти ўчиришга қўлланилади. Бошқа Ҳолларда сигналга буйруқ беради.

Ҳимояни ишлатиш токи электр двигателини номинал токидан созланади. Ортиқча юкланишда сезгирлиги текширилмайди. Чунки бу Ҳимоя қисқа туташидан ишламайди. Ҳимояни ишлаш вақти эса электр двигателни ишга тушириш ёки ўз-ўзини ишга туширишда ишламасликдан танланади.

$$t_{сз} \geq K_{сез} t_{д.ю}$$

$K_{соз} = (12-1,3)$ Созлаш коэффициенти

$t_{д.ю}$ - двигателни ишга тушириш вақти

7.4. Манбанинг йўқолишидан Ҳимоя

Манбанинг йўқолишидан Ҳимоя кучланишини қисқа ёки узоқ вақтга пасайиб кетишдан электр двигателлар тормозланиб (тўхтаб) қолишидан сўнг кучланиш нормал Ҳолатга кўтарилганда бузилишларни олдини олиш учун ўрнатилади. Шунингдек техника Ҳавфсизлиги ва технологик жараёнларнинг шартларини қаноатлантиришни Ҳам Ҳисобга олинади.

Ҳимоя Ҳар бир шиналар секциясидаги истеъмолчилар гуруҳи учун бажарилади. Бу Ҳимоя тез ишлаши синхрон ва асинхрон двигателларни сонлари нисбати, уларни бир секцияга уланишидан келиб чиқиб икки гуруҳга бўлинади.

А) Минимал кучланишдан Ҳимоя

Б) Минимал кучланишдан Ҳимоя ва қувват йўналиши бўйича блокировка қиладиган минимал частотали Ҳимоя

Манбанинг йўқолишидан Ҳимояни тўри танлаш учун Ҳамма электр двигателларнинг механизмларини жавобгарлиги даражаси бўйича икки гуруҳга бўлади, режимларини текширади, манбанинг камайиши ёки узилиб қолишини Ҳамда ўз-ўзини ишга тушириш баҳоланади.

А. Минимал кучланишдан Ҳимоя одатда икки поёнали бажарилади (90-расм). Биринчи поёна муҳим электр двигателларнинг ўз-ўзини ишга туширишда эффективлигини тезлаштиради ва оширади. Шунингдек синхрон двигателларни тармоққа синхронсиз улашни огоҳлантиради.

Одатда биринчи поёнанинг ишлаш кучланиши

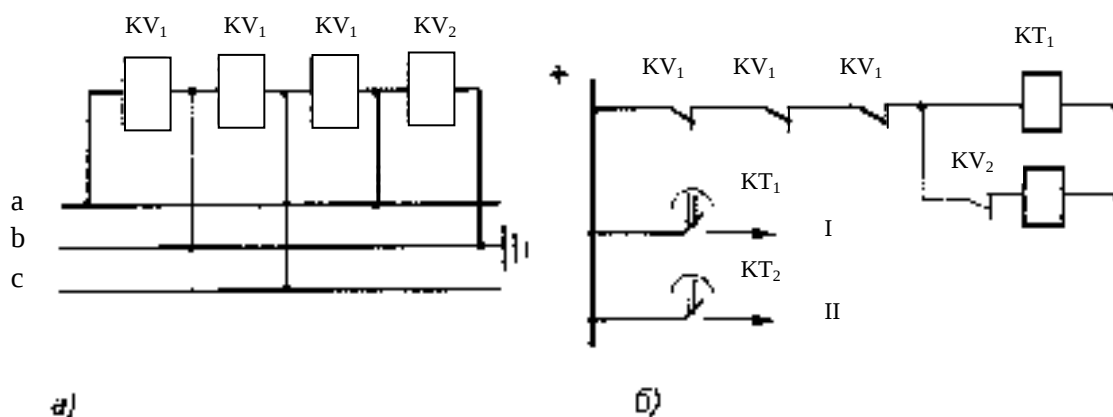
$$U_{хи}^1 \approx 0,7 U_{ном}, \text{ Вақти эса } t_{хи}^1 = 0,5 \text{ сек}$$

Иккинчи поёнани ишлатиш кучланиши

$$U_{хи}^2 \approx 0,5 U_{ном} \text{ ишлатиш вақти эса } t_{хи}^2 \text{ к(5-10)сек}$$

Б. Минимал кучланишдан ва қувват йўналиши бўйича блокировка қилинадиган минимал частотадан Ҳимоя, манбанинг узилиб қолиш вақтини қисқартиришга юқори талаб қўйилганда қўлланилади. Частота релесини минимал ишлаш частотаси энерготизимни минимал мумкин бўлган иш режимида энг кичик частотадан (48,5-49 Гц) созланади.

Ишлаш вақти қисқа тутатишда қисқа вақт ичида частота тушиб кетганда ишламайдиган вақтидан соланади. $t \geq 0,5$ сек. қувват йўналиши релеси схемада Ҳимоянинг ишлашини ва автоматик частотадан юксизлантиришни (АЧЮ) келиштириш жараёнида қўлланилади.



90-расм. Минимал кучланишдан Ҳимоя.

а-ўзгарувчан кучланиш занжири

б-ўзгармас оператив ток занжири

KV₁ – биринчи по'лонанинг минимал кучланиш релеси.

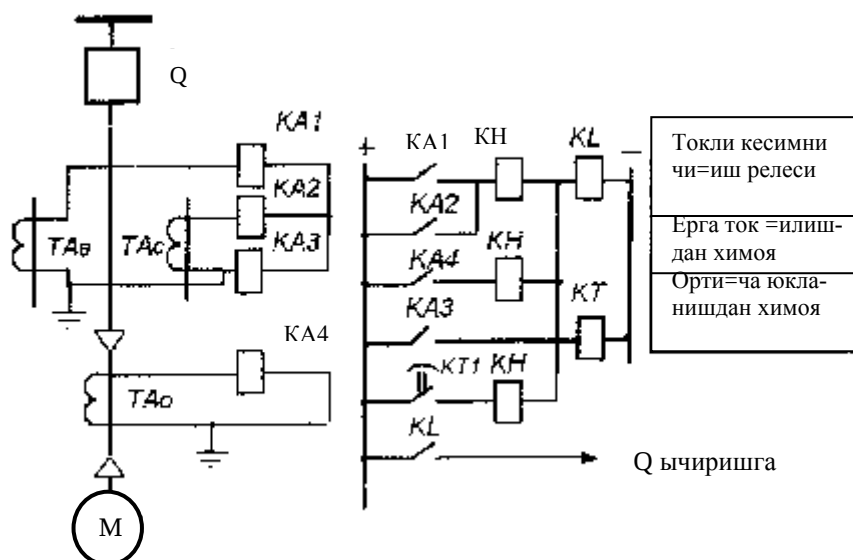
KV₂ – иккинчи по'лонанинг минимал кучланиш релеси

I- муҲим бўлмаган электр двигателларни ўчириш

II- муҲим бўлган электр двигателларни ўчириш

КТ₁ ва КТ₂ I ва II по'лонанинг вақт релелари

Асинхрон электр двигателининг Ҳимоясини схемаларига мисол.



91-расм. қуввати 4000 кВА гача бўлган асинхрон электродвигателарни Ҳимоялари схемаси.

8. Шиналар Ҳимояси.

8.1. Шиналарда бузилишлар турлари ва уларнинг сабаблари

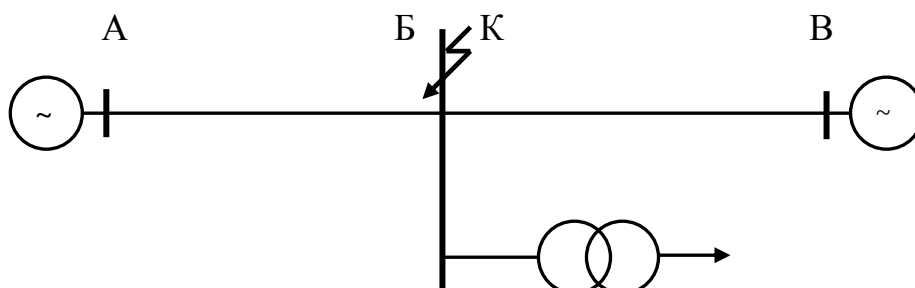
Станция ва подстанция шиналарида уч фазали, икки фазали қисқа туташиш, бир фазали ва икки фазали ерга қисқа туташиш ҳамда фаза узилиши каби бузилишлар бўлиши мумкин.

Бу бузилишларнинг асосий сабаби эксплуатация қилувчи персоналларнинг ажраткич билан операция бажаришда, ташқи муҳит натижасида, чакмоқдан изоляторлар орасида қисқа туташиш, чанг босиш ва музлаш, ажраткичларнинг изоляторларини синиши ва бошқалардир.

Шитналарда қисқа туташиш оқибатида қуйидагилар юзага келиши мумкин.

- Сезиларли даражада кучланишни энерготизимда тушиб кетиши технологик жараёнларни саноат корхоналарида издан чиқишига олиб келиши, аҳоли пунктларни электр энергия билан таъминлашининг бузилиши;
- трансформаторлар ва генераторларнинг бузилиши;
- Энерготизимнинг тургунлигини йўқолиши
- Электр станция, подстанция, электр узатиш линиясининг тўла ўчиб қолиши мумкинлиги:

Шиналардаги бузилишлар қўшни боғламларнинг захираловчи Ҳимоялари томонидан ўчирилиши мумкин. Масалан: Б подстанция шинасида қисқа туташиш бўлса (92-расм) қисқа туташиш А ва В подстанциялардаги ўрнатилган Ҳимоялар билан ўчирилади.



92-расм. Тармоқ участкаси схемаси.

Бундай Ҳолларда ўчирилиш вақти бўлганда бузилишларнинг ортиб кетиши ва энерготизимларни параллел турун ишлаши, издан чиқишига олиб келиши мумкин. Шунинг учун подстанцияда кучланиш 110 кВ ва ундан юқори бўлса, генератор кучланишли шиналарга махсус шиналар Ҳимояси қўлланилади.

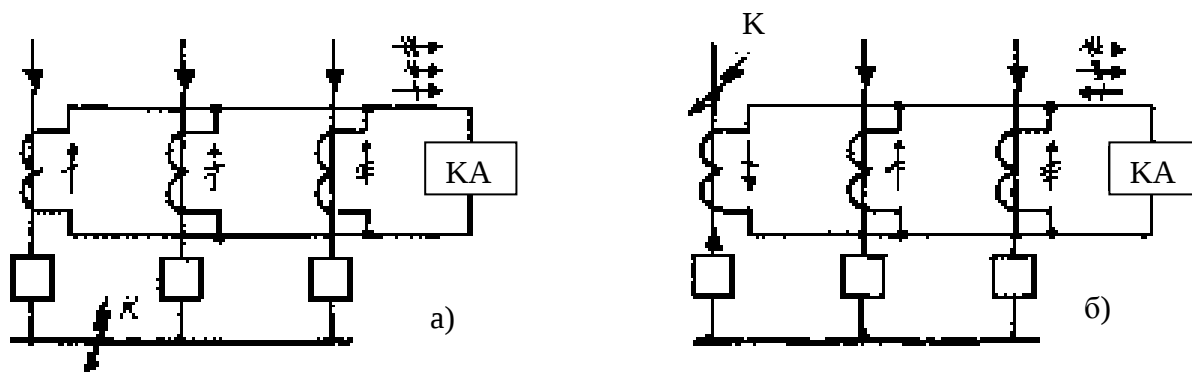
Шиналар Ҳимоясини бажариш учун дифференциал Ҳимоядан фойдаланилади.

8.2. Дифференциал Ҳимоя.

Дифференциал Ҳимоянинг иш тамоили боʻламалардаги тоқларни таққослашга асосланган.

Бу Ҳимояни бажариш учун Ҳар бир боʻламларга ток трансформаторлари ўрнатилиб, уларнинг иккиламчи чулʼамлари бир –бири билан параллел уланиб, сўнг ток релесига уланади.

Оддий дифференциал Ҳимояни принципиал схемаси қуйидаги 93-расмда келтирилган.



93-расм. Шина учун дифференциал Ҳимоясининг принципиал схемаси.

а- қисқа туташиш зонасида

б- қисқа туташиш зонадан ташқарида

қисқа туташиш шинада бўлганда реледан тоқлар йиʼиндиси оқади ва реле ишлайди.

$$I_p = \frac{1}{n_{T+}} (I_1 + I_2 + I_3)$$

n_{TT} – трансформатор токининг трансформация коэффиценти

$I_1 I_2 I_3$ – линиялардаги тоқлар

Ташқи қисқа туташишда идеал ток трансформаторлар учун реледаги иккиламчи тоқлар йиʼиндиси нулга тенг бўлади ва реле ишламайди. Реал ток трансформаторлари учун реледан тоқлар мувозанатсизлиги (небаланси) оқади. Бу эса ток трансформатор-ларнинг хатолигидир.

Ҳимояни ишлатиш токи мувозанатсизлик токидан катта танланиб ёлʼон ишлашини йўқотади.

$$I_{xh} \geq K_{и} I_{нб}$$

Бунда, $K_{и}$ – ишончлилик коэффиценти. $I_{нб}$ мувозанатсизлик токи.

Шинанинг дифференциал Ҳимоясини мувозанатсизлик токи биринчи навбатда ток трансформаторларнинг бир хил бўлмаган юкламасидан аниқланади. Мувозанатсизлик токи катта бўлиши ташқи қисқа туташиш бўлган элементни трансформатор токининг катта тўйинишда ишлашидан юзага келади.

Мувозанатсизлик токини камайтириш учун қуйидагилар тавсия этилади.

- Токларни катта карралигида тўйинадиган узагини синфи II бўлган ток трансформаторини қўллаш;
- Ток трансформаторнинг иккиламчи токини камайтириш учун трансформация коэффициентини катта танлаш керак.
- Назорат кабелнинг кўндаланг кесим юзасини ошириб, ток трансформатори юкламасини камайтириш керак.
- Иккиламчи ток 1А бўлган ток трансформатордан фойдаланиш
- Ҳимояни ўлчовчи органи учун ташқи қисқа туташиларда тормозлаш таъминини қўллаш:

Шинанинг дифференциал Ҳимоясининг асосий авфзаллиги унинг тез ишлаши, соддалиги, токларни тебранишининг таъсири бўлмаслиги кабилардир.

Асосий камчилигидан бири боʻловчи иккиламчи симларнинг узилиши Ҳимояни ёлʼон ишлашига олиб келишидир. Бу камчиликни йўқотиш учун Ҳимоянинг ишлатиш токининг қиймати энг кўп юкланган боʻламани токидан катта қилиб таналанади.

$$I_{\text{хи}} \geq K_{\text{и}} I_{\text{иш макс}}$$

бунда $K_{\text{и}}$ – ишончилилик коэффициенти

$I_{\text{иш макс}}$ - боʻламанинг ишчи максимал токи

Иккинчи камчилиги персонални иккиламчи занжир Ҳимоя-сидаги хатоси, тақсимловчи қурилмаларда алмашлаш ишлари, яъни боʻламаларни бир шиналардан бошқа шиналарга ўтказиш ёки линия ўчиргичини айлантрииб ўтказувчи ўчиргич билан алмаштрииш.

8.3. Бир ишчи ва бир захирали ишчи тизими бўлган подстанция учун шинанинг дифференциал токли Ҳимояси.

Подстанция битта шина тизимида нормал ишлайди. Иккинчи шина тизими эса захирада туради. (94-расм)

Шинада қисқа туташилш бўлганда ишга туширувчи реле KA_1 ишлаб, оралик релелар KL_1 ва KL_2 кучланиш беради. Реле KL_1 боʻламаларининг Ҳамма ўчиргичларини ўчиршга буйруқ беради. KL_2 эса шинани ўловчи ўчиргичини ўчиршга буйруқ беради.

Нормал режимда шинани ўловчи ўчиргич ўчирилган ва бу ўчиргични ток трансформаторлари дифференциал Ҳимоянинг занжирига уланмаган. Захирадаги шина тизимига кучланиш бериш учун бошқариш калити SA “Улаш” Ҳолатига ўтказилади ва реле KL_3 кучланиш олади. Реле KL_3 ўзининг иккинчи контакти $KL_{3.2}$ ўчиргични улашга буйруқ беради. Биринчи контакти $KL_{3.1}$ чиқувчи реленинг KL_1 занжирини узади. Агар синаб кўриш пайтида захира шинасида қисқа туташилш булса, дифференциал Ҳимоя фақатгина секция

а)Ток занжири
б)Ўзгармас ток занжири.

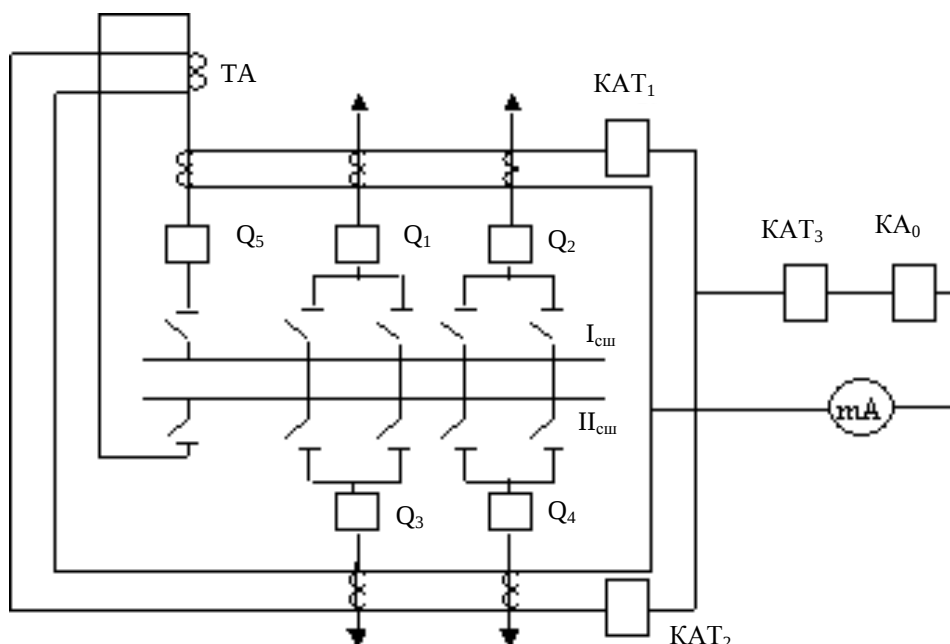
113

ташқари, занжирлардаги токни назорат қилиш учун миллиамперметр mA назарда тутилган.

Икки ишчи шинаси бўлган подстанция учун дифференциал токли Ҳимоя

Бу схемада Ҳар бир боʻлама бир ўчиргичга эга иккита ажратгичи бўлиб, улар орқали аниқланган шина системасига уланади. Бундай боʻланиш белгиланган боʻланиш саналади. Оператив алмашлашда, яъни бир шинадан юкламани бошқасига ўтказишда бу белгиланиш бузилиши мумкин. Бундай Ҳолларда эксплуатация қилувчи персонал Ҳимояни тўри ишлаши учун ток занжирларида алмашлаб улашни бажариши шарт.

Икки ишчи шина тизими бўлган боʻламларга уланишлари белгилаб қўйилган подстанция учун дифференциал Ҳимоянинг ўлчовчи органларини улаш схемаси 95-расмда келтирилган. Ҳимоя таркибига учта ўлчовчи комплект киради. Индивидуал комплектлар КАТ₁ ва КАТ₂ бўлак шина тизимини Ҳимоя қилиш учун бу шина боʻламларининг тоқларини йиʼиндисига уланган бўлиб, аниқ белгиланган боʻламларни исталганча ўзгариш бўлса шинани Ҳимоя қилиш учун қўлланилади. Ўзгармас ток занжири схемаси шундай йиʼилганки оператив токнинг мубат қисми КАТ₁ ва КАТ₂ релега фақат КАТ₃ реле контактидан ўтгандан кейин берилади. Аниқ белгилаб қўйилган боʻланишда ташқи қисқа туташиш бўлганда учала реле Ҳам ишламайди. Агар бир шина тизимида қисқа туташиш бўлса гуруҲли комплект КАТ₃ ва индивидуал комплектлардан бири ишлайди. Натижада фақат бузилиш бўлса шина тизими ўчирилади.



95-расм. Боʻламалари аниқ белгилаб қўйилган подстанциянинг икки ишчи шина тизимини дифференциал Ҳимояси схемаси.

Аниқ белгиланган боʻламаларни ўзгартирганда индивидуал комплектларни селектив ишлаши бузилади. Ташқи қисқа туташишда шина

Ҳимояси ишламайди. Чунки индивидуал комплектнинг ишлашига қарамасдан гуруҳ комплекти ишламайди ва ўчиргичларни ўчиришга буйруқни ўтказмайди. Исталган шина тизимида қисқа туташиб бўлса Ҳамма ўчиргичларни ўчиради.

Дифференциал Ҳимояни танлаб ишламаслигини йўқотиш учун боғламаларни ўзгаришида оператив персонал иккиламчи занжирларда керакли бўлган алмашлаб улашни бажариш керак.

9. Электр таъминоти тизимида автоматика қурилмалари

9.1. Электр таъминоти тизимида автоматика.

Электр таъминоти тизимини ишончли, тежамли ишлашини таъминлаш учун қурилмаларнинг автоматик комплекси муҳим ўрин тутди.

Шу мақсадда автоматизациянинг бўлимлари бўлган автоматик бошқариш ва автоматик ростлашдан кенг фойдаланилади. Уларнинг умумлашмасидан автоматлаштирилган янги бошқариш тизими ташкил топган. Электр таъминоти тизимида бошқаришнинг муҳим бир қисми бўлган релели Ҳимояни биз олдинги бобларда бўлак Ҳолда кўриб чиқдик. Автоматик бошқаришнинг бошқа қисмларини бу бобда кўриб чиқамиз. Чунки релели Ҳимоя схемалари асосан автоматик бошқариш схемалари билан узвий боғланиб кетган. Шундай Ҳоллар бўладики, унда релели Ҳимоя қурилмаси ишламаслиги мумкин ва халокатга қарши автоматиканинг ишга тушишига тўғри келади.

Автоматик бошқаришга: захирани автоматик ишга тушириш қурилмаси; автоматик қайта улаш қурилмаси; (АҚУҚ) частотадан автоматик юксизлантириш қурилмалари (ЧАЮҚ) киради.

Автоматик ростлаш қурилмалари. Автоматик ростлаш қурилмаларига электр таъминоти тизимида: синхрон генераторларнинг айланиш частотасини ростлаш қурилмалари; синхрон генераторларнинг қўзғатишини автоматик ростлаш қурилмалари (ҚАРҚ), трансформаторларнинг трансформация коэффицентини автоматик ростлаш қурилмалари (КЮАРҚ) киради.

Автоматлаштирилган бошқариш тизими (АБТ) Ҳозирги пайтда кенг қўлланилмоқда. Бу тизим электрон Ҳисоблаш машиналари (ЭҲМ) ва сонли универсал қурилмалардан ташкил топган. Бу бошқариш тизимига назорат пунктлари (НП) жойлашган диспетчерлик пунктлари (ДП) керак бўлади. Автоматлаштирилган бошқариш тизимини ишлатиш учун телемеханика тизими қўлланилиб, у ўз ичига: телесигнализация (ТС) ва телеўлчаш – информация йиғиб узатиш учун; телебошқариш(ТБ) ва телеростлаш (ТР) масофадан бошқариш ва ростлаш учун қўлланиладиган қурилмаларни назарда тутди.

Ҳозирги вақтда телемеханиканинг 4-авлодини яратиш ва эксплуатация қилинмоқда. Бу қурилмаларга бошқарувчи Ҳисоблаш комплекслари (БҲК) микропроцессорли техникада фойдаланиш телемеханик тизимлардан кенгрок ва унумли фойдаланиш имконини беради.

Автоматиканинг асосий иш тамоиллари.

Автоматика қурилмаси: автоматик бошқариш: автоматик ростлаш: Электр таъминоти тизимида автоматик ростлашга кучланишни автоматик ростлаш,

(КАР) қузишни автоматик ростлаш қурилмалари киради. Автоматик бошқаришга эса: частотани автоматик юксизлантриш (ЧАЮ); захирани автоматик ишга киритиш (ЗАИКқ) қурилмаси киради.

Частотадан автоматик юксизлантриш қурилмаси.

Частотадан автоматик юксизлантриш қурилмасини (ЧАЮқ) ишлатувчи катталиқ кучланиш частотаси бўлиб, частота релеси қўлланилади. Реле частотанинг пасайиб кетишида ишга тушади. Унинг танлаб ишлаш ўлчови ва вақт қўйувчи органнинг параметрини тўри танлашга боғлиқдир. У аниқланган маълум бир гуруҳ истеъмолчиларини ўчириб, электр таъминоти тизимида частотани тиклашга ёрдам беради.

Захирани автоматик ишга киритиш (ЗАИК) қурилмаси электр таъминоти тизимида ишчи ўчиргичнинг Ҳолатини назорат қилиб туради ва у халокатли Ҳолатда ўчганда ёки ўчириб захирадиғи ўчиргични ишга туширади. Унинг асосий вазифаси электр таъминоти тизимида узлуксиз истеъмолчиларни электр энергия билан таъминлашдан иборатдир. Уларда ўлчовчи органлар йўқ бўлиб, захирани автоматик ишга киритиш ва автоматик қайта улаш қурилмалари ўчиргичларнинг механик контактларидан ишга тушади ва жараёни тўлиқ бажаради.

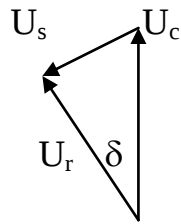
Кучланишни автоматик ростлаш (КАР) электр таъминоти тизимида кучланишни сатхини нормал ушлаб туриш учун қўлланилади. Ўлчовчи органнинг кучланишини четга чиқишига пропорционал бўлган узлуксиз сигнални дискрет сигнал белгисига қараб ўзгартириб туради. Энг оддий ўлчовчи органи икки кучланиш реле : минимал ва максимал кучланишли релесидан иборат. Бу релеларнинг қай бирининг ишлашига қараб кучланиш ростланиб туради.

қузишни автоматик ростлагичлар (қАР) кучланишни автоматик ростлагичлардан (КАР) фарқи, кучланишни нормал ушлаб туришдан бошқа генераторларнинг параллел ишлашининг турғунлигини оширади ва халокат Ҳолатларида электрдвига-телларининг ўз-ўзини ишга тушуришини енгиллаштиради. Уларнинг ростлаш объектлари синхрон машиналар: генераторлар, компенсаторлар ва электродвигателлардир. қузишнинг автоматик ростлашни асосий мақсади кучланишни ўзгартириш ёки бошқа электр катталиқлар (масалан ток) ва уларни синхрон машиналарнинг қузиш токини ўзгартириб туришидир.

Автоматик қузишни ростловчи қурилма кечкиши сигналининг белгиси ва четга чиқиш қийматини сезса уни пропорционал ишловчи ростлагич деб қаралса бўлади. Ундан фарқли улароқ автоматик тез таъсир этувчи ростлагичлар кириш сигналининг белгиси ва қийматидан ташқари ўзгариш тезлигини Ҳам сезиб ишлайди.

Автоматик синхронизаторлар. Бўлак ишлаётган синхрон генераторларни электр таъминотида амплитудаси, частотаси ва фазалар кучланиши бир хил бўлмайди. Шунинг учун генераторларни тармоққа улашда тегловчи ток пайдо бўлади. Бу ток ўчирувчи кучланишга (U_s)

пропорционал бўлади. Бурчак δ ни нулдан 2π гача ўзгаришида уриш кучланиши $\delta = 0$ да минимал ва $\delta = 2\pi$ максимал қийматига яъни $\delta = \pi$ га эришади.



96 – расм. Генераторни тармоққа параллел улашда уриш қўлланишини юзага келиш вектор диаграммаси.

Шундай шаклда тенглаштирувчи ток ҳам ўзгаради ва синхронизация қилинаётган генераторга ҳавф туғдиради. Бундай бўлишни олдини олиш учун U_s ни нулга яқинлаштириш яъни $U_I = U_c$ ва $\delta = 0$ бўлиши керак.

Буларни тенглаштириш учун $f_p = f_c$ бўлиши керак. Шунинг учун автоматик синхронизаторлар автоматик равишда қўлатишни ростлаб генераторнинг кучланиши ва частотасини тармоқникига тенглаштириш учун хизмат қилади ва генератор ўчиргичининг тармоққа улаш моментини белгилаб буйруқ беришни аниқлайди. Автоматик равишда ёки қўл билан бошқариш генератор тармоққа улаб юборилади.

9.2.Автоматик қайта улаш, уларга қўйилган талаблар ва кўрсаткичларини Ҳисоблаш.

Автоматик қайта улашнинг қўлланилиши. Кўп Ҳолларда Ҳаво электр узатиш линияларда симларнинг осилиб кетишидан (салкилигидан) кучли шамол ва музлашда, чакмоққа изоляциянинг ўзгариши, дарахтларнинг йиқилишида, ҳаракатдаги механизмларнинг симларга тегиб кетишида ва бошқа Ҳолларда бузилишлар бўлади. Бу бузулишлар тур\ун эмас линиянинг ўчиши биланоқ нормал Ҳолат тикланиши мумкин. Бундай Ҳолларда автоматик қайта улашда электр таъминоти тикланади ва истеъмолчилар электр энергия билан узлуксиз таъминланади. Агар бузулиш тур\ун бўлса автоматик қайта улаш яхши бўлмайди ва линия қайта ўчади. Умуман олганда 60 – 75 % автоматик қайта улаш яхши натижа беради ва узлуксиз энергия билан таъминлашни йўлга қуяди.

Эксплуатацияда автоматик қайта улаш (АҚУ) белгилари бўйича қуйидаги турларга бўлинади.

-уч фазали автоматик қайта улаш (УАҚУ) ва бир фазали автоматик қайта улаш (БАҚУ). Бу ўчиргичларнинг фазалар сони. Синхронизимга текшириш тури бўйича – икки томондан таъминланган;

-Юритмага таъсири бўйича механик ва электрик автоматик қайта улаш қурилмаси; Карралиги бўйича – бир ва кўп мартали АҚУ билан таъминланади.

Автоматик қайта улаш қурилмасига талаблар ва уларнинг параметрларни Ҳисоблаш.

Ҳамма автоматик қайта улаш қурилмаларининг турли хил бўлишига қарамасдан қуйидаги қуйилган талабларни қаноатлантириш шарт.

1. Улар Ҳамма вақт ишлашга тайёр туриши керак. Ҳимоядан ўчиргич ўчганда ишламаслиги навбатчи персонал ўчиргични ўчирганда ва оператив ўчириб ёққанда Ҳам ишга тушмаслиги керак. Автоматик қайта улаш Ҳимоядан ўчиргич ўчирилганда автоматик равишда чиқарилиши рухсат этилади.

2. Автоматик қайта улаш мумкин бўлган минимал ишлаш вақти бўлиши. t_{AKY1} электр билан таъминлашнинг узилиб қолиш вақтини камайтириш учун талаб этилади. АқУ вақти юритмани, тайёргарлик вақти ($t_{ГП} = 0,1 + 0,3$ сек) ёйни сўниш вақти ($t_{ёй} = 0,2$ сек 220 кВ учун) Захира вақти $t_{зах} = 0,4 - 0,5$ сек ни Ҳисобга олиб $t_{AKY1} \geq t_{ГП} + t_{зах} = 0,5 \dots 0,8$ формула бўйича вақтларни қуйиш учун АқУ қурилмасида вақт релеси қўлланилади.

1. Автоматик равишда кўрилган вақтда АқУ қурилмаси яна ишлашга тайёр туриши керак. Иккинчи марта ишлаш вақти.

$$t_{AKY1} \geq t_{AKY1} + t_{улаш} + t_{х.и.мак} + t_{бу} + t_{зах}$$

бўлади,

бунда t_{AKY} – биринчи марта ишлаш вақти.

$t_{ув}$ – ўчиргични улаш вақти

$t_{хи}$ – Ҳимояни ишлаш вақти

$t_{бу}$ – ўчиргични ўчириш вақти

$t_{зах}$ – захира вақти

умуман бир мартали АқУ учун ишлаш вақти қуйидагича бўлади.

$$t_{AKY2} = 15 - 25 \text{ сек.}$$

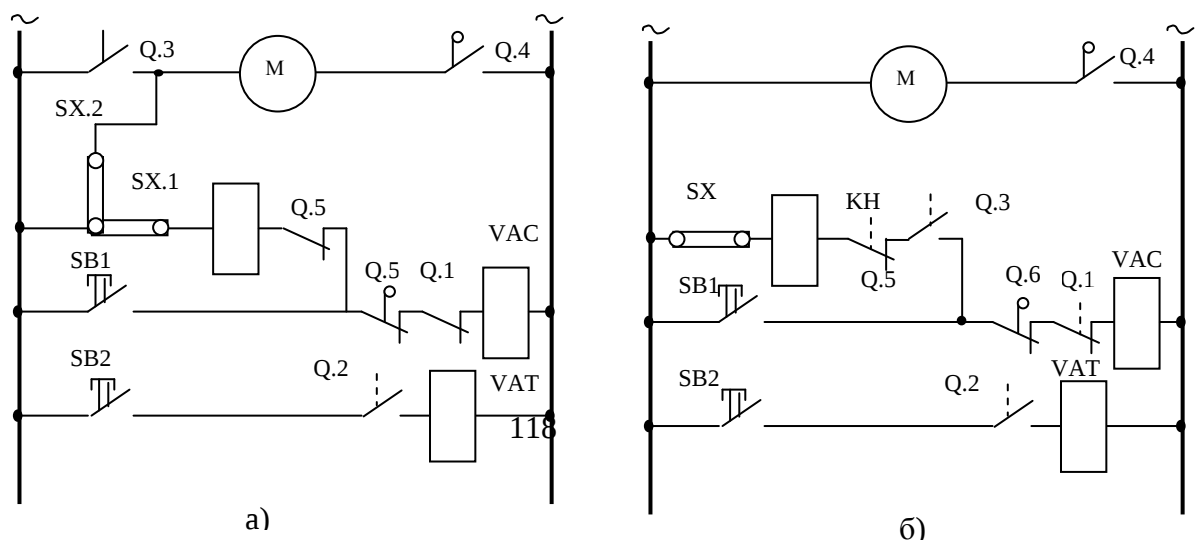
Икки мартали АқУ учун

$$t_{AKY2} = 60 - 100 \text{ сек.}$$

9.3. Автоматик қайта улаш қурилмасининг схемалари.

Автоматик қайта улаш қурилмасининг схемалари релели Ҳимоя схемаларига ўхшаб ўзгарувчан ва ўзгармас оператив токда бажарилади. Механик АқУ юкли ва пружинли юритмага эга бўлиб, уларга оператив ток керак бўлмайди. Бу камчиликлар электр АқУ да бўлмайди.

қуйидаги 97-расмда ўзгарувчан оператив токли АқУ схемасини кўриб чиқамиз.



97 – расм. Юкли ва пружинали юритмага эга бўлган ўчиргични ўзгарувчан оператив токли АқУ қурилмасининг схемаси.

Бу схемадаги ўчиргич ўчганда ўчиргичнинг Q_3 ва Q_5 контактлари орқали вақт релеси КТ (ЗВ 218) ишга тушади. Маълум вақтдан кейин ўчиргич юки ёки пружинаси тайёр турган бўлса кўрсатувчи реле орқали ўчиргични уловчи чуллами VAC га буйруқ беради. Натижада ўчиргич қайта уланади. Бу ерда Q_4 ва Q_6 пружинанинг чўзилишидаги сўнги ўчиргичлар контактлари. Биринчи марта SB1 босилганда Q_6 ва ўчиргичнинг механик блок контаги ёпиқ бўлиб, ўчиргич уланади. Шундан сўнг Q_6 ва Q_1 контакт очилади Ҳамда Q_4 ёпилади. Двигател ишга тушиб, юк кўтарилиб пружина чузилади. Натижада ўчиргич АқУ га тайёр туради ва ўчиргичнинг ўчиши билан АқУ қурилмаси ишга тушади.

9.4. Ўзгармас оператив токли автоматик қайта улаш қурилмаси.

АқУ қурилмасида комплект реле РПВ – 358 фойдаланилади.(98-расм)
Вақт релеси . КТ t_{AKY1} тўхтатиб туриш вақтини яратади, яъни АқУ қурилмасининг ишга тушишидан ўчиргични ўловчи контактор занжири ишлагунга қадар вақтидир.

Оралик реле KL1 икки чул\амли бўлиб, бири занжирда кетма-кет ток чул\ами KL 1 .1га уланган ва кучланиш чул\ами KL 1.2. реле ишлаганда ўчиргични улаш занжирини тайёрлайди ва ишлатади.

Конденсатор C1 ни зарядсизланишида KL 1 релени ишлатади ва бир каррали АқУ ни таъминлайди

Резисторлар R_1 ,-вақт релесининг термик чидамлилигини таъминлайди; R_2 —C1 конденсаторнинг зарядлаш тезлигини чеклайди; R_3 —C1 конденсатор Ҳимоянинг ишлашида разрядлайди. Чунки Ҳимоя ишлагандан сўнг АқУ ишга туширмаслиги керак ва SA бошқариш калити ёрдамида ўчиргич ўчирилганда Ҳам АқУ ни таъминлайди. Диод VD конденсатор C1 нинг разрядланиши олдини олади.

Таъминлаш блоки UGV ўзгарувчан кучланишни ўзгармас қилиб беради. Ўчирувчи электр магнитни YAT таъминлаш учун C2 конденсатор заряди ва таъминлаш блокдан фойдаланилади.

Ўлчовчи электр магнит ҲАС шахсий истеъмол трансформаторидан кучли тўрилагич орқали кучланиш олади. 98 – в расм.

9.5. Захирани автоматик ишга киритишга талаблар, уларнинг бажарилиши ва параметрларини Ҳисоблаш.

Захирани автоматик ишга киритишга талаблар.

Электр таъминоти тизимида бир неча таъминлаш манбалари бўлиб улар ажратилган схемаларда ишлайди. Бу эса ўз навбатида истеъмолчиларни Ҳар бир гуруҳининг ўзини таъминлаш манбаи бўлгани учун бир биридаги қисқа туташуш тоқлари ва бузилишлари бошқасига таъсир қилмайди. Лекин истеъмолчиларнинг бошқа бузулиш бўлмаган қисмини таъминлаш учун захирани автоматик ишга киритиш қурилмалари ёрдамида бошқа таъминлаш манбаига уланади.

Захирани автоматик ишга киритиш қурилмасига (ЗАИКқ) қуйидаги талаблар қўйилади.

1. ЗАИКқ доимо ишга тайёр туриши ва истеъмолчиларни таъминланиши билан ишлаши шарт. Доимо захирадаги манбада нормал кучланиш бўлиши керак. қисқа туташушда, захирадаги таъминлаш манбасини уламаслиги шарт. Истеъмолчиларда кучланишни йўқолиб қолиши таъминланишни узилиши белгисини билдиради. Шунинг учун ЗАИКқ си ишга тушади.
2. Мумкин бўлган минимал ишлаш вақтини бўлиши. Бу эса истеъмолчиларни энергия билан таъминлашни, узилишнинг вақтини камайитириш ва электр двигателларнинг ўз-ўзини ишга туширишини таъминлаш учун керак бўлади.
3. Бир мартали ишлаши. Бу эса кўп марта қисқа туташушга манбани олдини олади.
4. Ҳимоя билан бирга захирадаги манбани тез ўчириш унда бузулиш бўлганда ва уларни нормал иш режимини сақлаб қолиш. Бунинг учун захирани автоматик ишга киритишдан сўнг Ҳимояни тезлаштириш тури қўлланилади.
5. Синхрон двигателларни синхронсиз ишга тушириш ва электр жиҳозларини ортиқча юкланишга йўл қўймаслик.

Номинал кучланиш бўйича ЗАИКқ: тармоқни ЗАИКқ ва 1 кВ гача тармоқларда ЗАИКқ га бўлинади.

Захирани автоматик ишга киритиш қурилмасининг сезувчи органи бу минимал кучланиш релесидир. Унинг ишлаш кучланиши

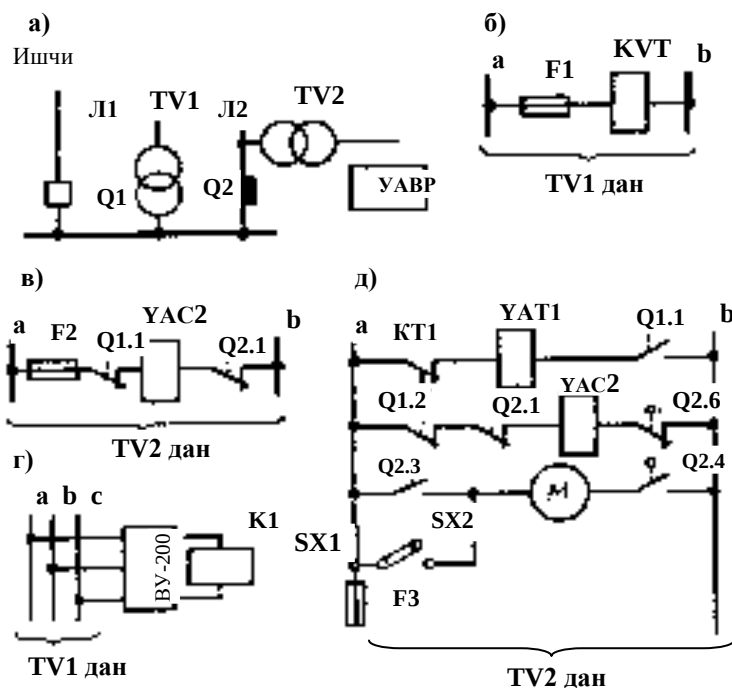
$$U_{\text{ишл}} = (0,25. - 0,4) \left(\frac{U_{\text{ном}}}{K_u} \right) \text{ бўлади.}$$

Ишлаш вақти эса $t_{\text{ишл}} \geq t_{\text{х.у.мах}} + \Delta t$ бўлади

бунда $t_{\text{х.у.мах}}$ Ҳимояни ишлаш вақти ; Δt захира вақти.

9.6. Захирани ишга тушириш қурилмаси схемалари. Ўзгарувчан оператив токли ЗАИКқ.

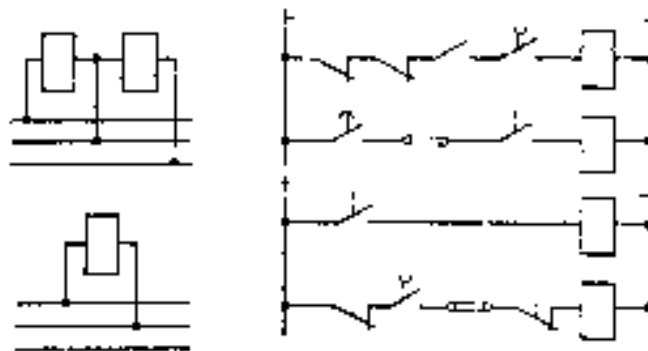
Одатда бу қурилма юкли ёки пружина юритмали ва Ҳар хил ёрдамчи контактлари бўлган ўчиргичлар билан биргаликда ишлайди ва ўчиргич ёрдамида захирадаги манбани ишга киритади 99-а. расмда ишчи манбадан таъминланаётган подстанция кўрсатилган.



99- расм. Пружинали ёки юкли юритмали ўчиргичларнинг
ЗАИКқ ва тармоқ схемаси.

99 – б. расмда ишга тушурувчи орган KVT тўғрисида таъсир этувчи иккиламчи кучланиш релеси РНВ ни уланиши кўрсатилгану шинада кучланиш йўқолса Q_1 ўчиргични ўчиради. Q_1 ўчирилгандан кейин Q_{11} ўчиргич контакти орқали Q_2 ўчиргич уланади 99 – в расм. Бу ЗАИКқ ни вақтсиз ишлаш схемасидир. 99- а, г, ва д расмларда эса вақт релеси КТ ёрдамида вақт билан ишлайдиган ЗАИКқ келтирилган.

Ўзгармас оператив токда ишлайдиган ЗАИК қурилмаси.
Электромагнитли юритмали ўчиргичлари бўлган қурилмаларда қўлланилади. Бу қурилманинг схемаси 100- расмда келтирилган



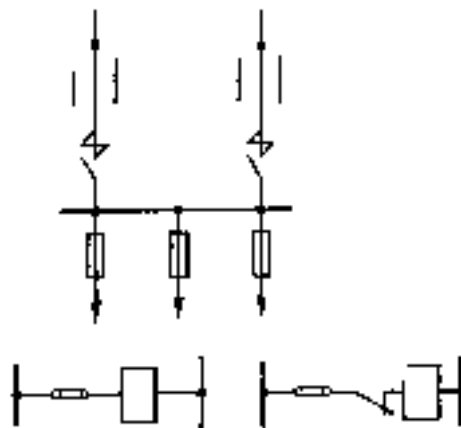
100- расм. Электрмагнит юритмали ўчиргични ЗАИК қурилмаси схемаси.

Ишга тушурувчи орган минимал кучланиш релеси KV 1 , KV3 ва максимал кучланиш релеси KV2 (100 а). Тўхтатиб туриш вақтини КТ ва бир марталик ишини амалга оширувчи оралик релеси KLT (100 б) да келтирилган.

Нормал режимда Q_1 уланган, Q_2 эса ўчирилган (99 расмга қаранг) KV 1 ва KV3 минимал кучланиш релелари контактлари очик ва KV2 релени контаги ёпиқ Q_1 ва Q_2 контактлари ёпиқ, ёрдамчи контакт Q_{13} очик. Бунда KLT ишлаб туради. Унинг контактлари KLT1 ва KLT2 ёпиқ. $Q_{2.1}$ учиргич контакти ёпиқ ва электромагнит YAC ишлашга тайёр. Подстанция шинасида кучланиш йуқолиши билан KV1 ва KV3 ни контактлари ёпилади. Вақт релеси КТ ишга тушади ва вақт санаб YAT 1 ни ишлатиб, Q_1 ни ўчиради. Q_1 ни ўчишидан YAC 2 занжири йиғилиб Q_2 уланади. Бунгача KLT чўлғамидан кучланиш олинган бўлсада ундаги ушлаб туриш вақти Ҳисобидан YAC 2 электр магнитга буйруқ ўтиб улгиради.

9.7. Кучланиши 1000В гача бўлган тармоқларда захирани автоматик ишга тушириш.

Кучланиши 1 кВ гача бўлган қурилмаларда захирани автоматик ишга киритиш энг соддаси контакторлар ёрдамида бажарилади. Бу Ҳолатда ҳеч бир қўшимча орган талаб этилмайди. Бунда захираланадиган линияда кучланишнинг пасайиши билан контакторининг ўзи ўчади, (101 – расм. а,б,в) ва контактор КМ 1,2 контаги орқали КМ2 ни ишга туширади. Истеъмолчилар захирадаги манбадан таъминланади.



101- расм. Тармоқни контакторлардан фойдаланилган захирани автоматик ишга киритиш қурилмаси схемалари.

Яна Л 1 да кучланишни пайдо бўлиши билан, ишчи манбадан кучланиш олади ва шу билан бир вақтда КМ 2 ўчади. Таъмирлаш пайтларида устма-уст тушишлар S X 1 ва S X 2 олиб қўйилади. Бу схемага ўхшаш шаклда релелар ва контактларни сонини кўпайтириб, ЗАИКнинг мураккаброқ схемаларини йиғиш мумкин.

9.8. Частотадан автоматик юксизлантириш қурилмалари уларга талаблар ва иш тамойили.

Ўзгарувчан ток частотаси синхрон генераторларнинг айланувчи бурчак частотаси бўлиб, электр энергиянинг асосий кўрсаткичлари Ҳисобланади. Нормал иш режимида $f_{ном} = 50$ Гц номинал частотани четга чиқиш $f = 0,1$ Гц рухсат этилади. Энерготизимда частота турбогенераторларда парни берилиши гидрогенераторларда сувни персонал ёки автоматик қурилмалар ёрдамида берилиши билан нормал режимда ушлаб турилади.

Кўп вақтга частота $f < 48$ Гц бўлганда рухсат этилмайди. Саноат корхоналарида бундай частотада ишлаш, технологик ишлаб чиқаришни ишдан чиқишига, электр станцияларда эса генераторларнинг ишлаб чиқарадиган қуввати ва ЭЮК ни камайишига олиб келади. Реактив қувватни тансиқлиги фақатгина частотанинг тушиб кетишигина эмас, жумладан кучланишни тушиб кетишига олиб келади. Бундай Ҳолларда асосий бўлмаган истеъмолчиларнинг бир қисмини ўчиришга тўғри келади. Бу вазифани частотадан автоматик юксизлантириш қурилмаси бажаради. Шунинг учун бу қурилмага қуйидаги талаблар қўйилади.

қувват танқислигига қарамасдан частотани қисқа вақтда $f = 45$ Гц га тушиб кетишига йўл қўймаслик, частотани $f = 47$ Гц да ишлаши 20 сек, частотани $f = 48,5$ Гц да 60 секунддан кўп ишлашига йўл қўймаслик. Ўчиришни шундай бажариш керакки, частота ва кучланиш бирдан кўтарилиб

кетмасин. Олдин муҲим бўлмаган истеъмолчилар ўчирилиши керак. Кейин эса частотани номинал Ҳолатига кўтаришда навбатчи персонал иштирокида бажарилади.

- Бу қурилма АқУ ва ЗАИК қурилмалари билан келишилган Ҳолатда ишлаши керак.
- қисқа вақтга частотанинг тушиб кетишида ишламаслиги керак.

Частотадан автоматик юксизлантириш (ЧАЮ) иккиланганда бажарилади.

ЧАЮ – I қурилмасининг ишлаш вақти $f_{\text{чаю}} = 0,3$ с ва частотани тушиб кетиши

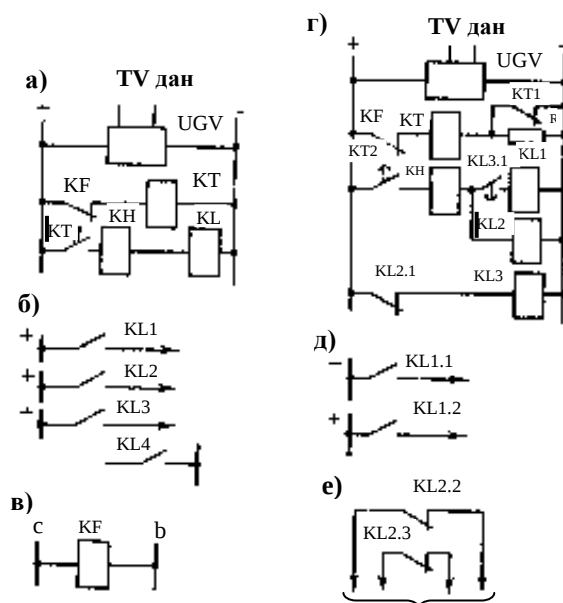
$$f = 49 \dots 49,2 \text{ дан } f = 46,5 \text{ гача бўлиши шарт.}$$

ЧАЮ – II қурилмаси частотанинг $f = 49$ Гц дан – $49,2$ Гц гача бўлиб, уларнинг вақти $t_{\text{ри}} = 5 \dots 10$ сек ва максимал $t_{\text{ри}} = 60 \dots 90$ сек бўлади. Частотанинг нормал тикланишида (ЧАқУ) частотадан автоматик қайта улаш қурилмаси ишга тушиб частота $f = 49,5 - 50$ Гц да ва $t = 10 - 20$ сек истеъмолчиларни ишга туширади. Унинг танлаб ишлаш поёнаси $t = 5$ сек бўлади.

9.9. Частотадан автоматик юксизлантириш (ЧАЮ) ва частотадан автоматик қайта улаш қурилмаларининг (ЧАҚИ) схемалари.

ЧАЮ ва ЧАқУ схемаларининг Ҳар хил турлари бўлиб, ЧАЮ I, ЧАқУ II ва ЧАқУ 1 турлари.

102 – расмда ЧАЮ – II нинг схемаси келтирилган.



102 – расм. Ўзгармас токда ЧАЮ ва ЧАқУ қурилмаси схемалари.

Бу схемада частота релесининг ишлаши билан KL1 ва KL1,2 вақт релесидан кейин ишлаб ўчиришга буйруқ беради. Контактлар KL22, KL23 контактлар занжирини узиб ЧАқУ занжири ишини тўхтатиб туради. ЧАЮ ва ЧАқИ қурилмаси 6 – 10 кВ кучланишли пружинали ёки бошқа турдаги ўчиргичларда қўлланилади.

бўлишига йўл қўйилмаслиги керак бўлса $t=0,4$ с вақт қуйилади ёки Ҳар хил блокировкалар қўлланилади.

Захирали ишга киритиши ишлаб захирадаги таъминлаш манбани қисқа тутатишига, улашни олдини олиш учун АБ қурилмаси.

Бу қурилма шундай бажарилганки назорат қилинаётган шинада кучланишни йўқолиши билан у ишга тушади. Шунинг учун ишга тушурувчи орган сифатида минимал кучланиш релесидан фойдаланилади. Автоматик бўлиш қурилмаси билан келишилган Ҳолда ишлайди. Бунинг учун схемага вақт релеси киритилади. Мумкин бўлган АБ қурилмалардан бирининг схемаси 104 – расмда келтирилган. Нормал Ҳолатда KV1 ва вақт релеси КТ ишлаб туради. Кучланиш KV1 ва KV2 да йўқолиши билан вақт релесидан кучланиш олинади ва маълум вақтдан кейин VAT га буйруқ берилади. Натижада ўчиргич ўчади.

104 – расм. Автоматик бўлиш қурилмасининг принципиал схемаси.

9.11. Ҳалокатга қарши автоматик тизим қурилмаси.

Икки томондан таъминланган электр узатиш линияси энергия тизимининг асосий элементи Ҳисобланади. Улар электр энергияни электр станциясидан энергия тизимига узатиш ва тизимлар аро, ўзаро боʻланишни таъминлайди. Релели Ҳимоя қурилмалари шундай линияларни статик ва динамик турʼунлигини таъминлаш, асинхрон режимларга йўл қўймаслик каби вазифаларни ўташи керак. Ортиқча юкланишлар, параллел ишлаётган генераторларнинг бир қисмини ўчирилиши, қисқа тутатишларнинг вақтини узилиб кетиши турʼунликни бузади. Нормал режимларнинг бузилиши, кучланишини ошиб кетиши натижасида юзага келади.

Бу хавфли режимларни йўқотиш учун маҲсус автоматика қурилмалари, яъни ҳалокатга қарши автоматик қурилмалар керак бўлади. (Ақ). Улар релели Ҳимоя ва автоматиканинг умумий қурилмаларини бирлаштириши керак. Бундай қурилмалар махсус қурилмалардан иборатки улар статик ва динамик

тур\унликнинг бузулишини олдини олиш, асинхрон режимини олдини олиш; частота ва кучланишнинг ошиб кетишини олдини олади.

Ҳалокатга қарши автоматикага талаблар ва унинг ишлаш таъмоили.

Ҳалокатга қарши автоматика қурилмаси режимларнинг бузилишида уларни тез олдини олиши учун селективлик, тез ишлаши ва сезгир бўлиши каби талаблари қўйилади.

Асинхрон юришини олдини олиш.

Асинхрон режим кучланишни маълум бир қийматга камайиб кетишида юзага келадиган режим бўлиб, унинг вақти 15 – 20 с дан ошмаслиги керак. Асинхрон режим токни ошиши ва кучланишни камайиши билан юзага келади.

Бундай қурилмаларнинг ишга туширувчи органлари ток, кучланиш ва қаршилиқ релеларидир. Булардан йиғилган қурилма асинхрон режимдан ишга тушувчи автоматик қурилмани яралишига олиб келади.

ХУЛОСА

қулланмада асосан электр энергетика таълим йўналишлари ҳамда автоматика ва бошқариш йўналишлари талаблари учун релели Ҳимоя ва автоматикада қўлланиладиган асосий элементлари, уларнинг тузилиши, қўлланилиши масалалари ёритилган. Релели Ҳимоянинг нисбий ва абсолют танлаб ишлайдиган Ҳимоя турлари, уларнинг қўлланилиш чегаралари, Ҳимояларнинг бажарилиш шартлари, уларнинг муҳим томонлари келтирилган. Автоматика қисмида электр таъминоти тизимида асосан линиялар, станция ва подстанциялардаги автоматика турлари, уларнинг схемалари ҳамда ишлаш таомиллари келтирилган. Автоматикада захирани автоматик ишга киритиш (ЗАИК), автоматик қайта улаш (АҚУ), частотадан автоматик юксизлантириш, автоматик синхронизациялаш ва уларнинг бирлашмасидан иборат Ҳалокатга қарши автоматика тизими масалалари ёритилган. Электр станция ва подстанция элементларининг автоматикалари Ҳақида маълумотлар келтирилмаган. Бу масалалар махсус фанларда кенгроқ кўриб чиқилади. Бу қўлланма асосан «Электроэнергетика» йўналиш талабалари учун мўлжалланган бўлиб, автоматика ва бошқариш ҳамда бошқа электр соҳасига боʻлиқ бўлган йўналишлар талабалари учун ҳам тавсия этилади.

АДАБИЁТ

1. В. Н. Копьев «РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА принципў выполнения и применения». Учебное пособие. Томск 2001 г. 132стр.
2. В. А. Андреев «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения» Учебник для вузов по специальности «Электроснабжение». – 3-е изд., перераб. И доп. - М.: Вўсш. шк., 1991. – 496 с.: ил.
3. А. М. Федосеев «Релейная защита электроэнергетических систем». – М.: Энергоатомиздат. 1984.-520 с.
4. М. А. Беркович «Основў техники релейной защитў».-М.: Энергоатомиздат. 1984.-376 с.

Мундарижа.

Кириш.	
1. Релели Ҳимоя ва автоматиканинг қўлланилиши.	
1.1. Энергетик тизим.....	3
1.2. Релели Ҳимоя ва автоматикага қўйиладиган талаблар.....	4
1.3. Релели Ҳимоя қурилмаларнинг структура схемаси.....	5
1.4. Ҳимоя функциясининг асосий алгоритмлари.....	6
2. Ўлчовчи ўзгарткичлар.	
2.1. Ўлчов ўзгарткичларнинг қўлланилиши.....	9
2.2. Релели Ҳимоя схемаларида ток трансформаторларнинг ишлашининг муҲим томонлари.....	9
2.3. Кучланиш ўлчаш тарнсформаторларини релели Ҳимоя схемаларида қўлланилиши.....	13
3. Релели Ҳимоя ва автоматиканинг базавий элементлари.	
3.1. Электромеханик элементлар.....	17
3.2. Иккиламчи тўри таъсир этувчи ток ва кучланиш трелеси.....	19
3.3. Электромагнит логика (мантикий релеси).....	23
3.4. Индукцион реле.....	26
3.5. Ярим ўтказгичли релелар.....	28
3.6. Микропроцессорли ток релеси.....	30
3.7. Симметрик ташкил этувчи филтрлар.....	31
4. Нисбий селективли Ҳимоялар.	
4.1. Ҳимоянинг синфлари.....	33
4.2. Максимал токли Ҳимоя.....	34
4.2.1. Ток трансформаторлари ва ток релеларнинг уланиш схемалари.....	35
4.2.2. Максимал токли Ҳимоя.....	39
4.2.3. Максимал токли Ҳимояларни параметрларини Ҳисоблаш.....	41
4.3. Токли кесим.....	43
4.4. Кучланишда блокировка қилинувчи максимал токли Ҳимоя.....	47
4.5. Максимал токли йўналтирилган Ҳимоя.....	49
4.6. Масофадан Ҳимоя.....	57
4.7. Тебранишидан блокировкани бажариш тамойиллари.....	64
4.8. Масофадан бошқариш Ҳимояларининг ишлаш (параметрлари) катталикларни танлаш.....	65
5. Абсолют танлаб ишлайдиган Ҳимояларнинг асосий алгоритмлари.	
5.1. Бўйлама дифференциал Ҳимоя.....	68
5.2. Кўндаланг дифференциал Ҳимоя.....	70
5.3. Дифференциал –фазали юқори частотали Ҳимоя.....	73
6. Энергетик тизимнинг асосий электр жиҲозларини Ҳимояларининг муҲим томонлари.	
6.1. Трансформаторлар ва автотрансформаторларнинг Ҳимоялари.....	77
6.2. Ҳимоя турларини танлаш.....	78
6.3. Трансформаторларни ички бузилишлардан Ҳимоялаш.....	78
6.4. Ҳимоянинг ўлчаш органларини бажарилиши.....	85
6.5. Газли Ҳимоя.....	90
6.6. Транчформаторларни ташқи қисқа туташилардан Ҳимояси.....	92
6.7. Генераторларнинг Ҳимояси.....	97
6.8. Ташқи қисқа туташилардан токли Ҳимоялар.....	101

7.	Электр двигателларнинг Ҳимояси.	
7.1.	Электр двигателларида бузулишлар ва нормал бўлмаган режимлар...	107
7.2.	Фазалараро қисқа туташидан двигателларни Ҳимояси.....	109
7.3.	Электр двигателларни ортиқча юкланишдан Ҳимояси.....	111
7.4.	Манбанинг йўқолишидан Ҳимоя.....	112
8.	Шиналар Ҳимояси.	
8.1.	Шиналарда бузулишлар турлари ва уларнинг сабаблари.....	114
8.2.	Дифференциал Ҳимоя.....	115
8.3.	Бир ишчи ва бир заҳирали ишчи тизими бўлган подстанция учун шинанинг дифференциал токли Ҳимояси.....	117
9.	Электр таъминоти тизим ида автоматика қурилмалари.	
9.1.	Электр таъминоти тизимида автоматика.....	120
9.2.	Автоматика қайта улаш, уларга қўйилган талабалар ва кўрсаткичларини Ҳисоблаш.....	122
9.3.	Автоматик қайта улаш қурилмасининг схемалари.....	124
9.4.	Ўзгармас оператив токли автоматик қайта улаш схемаси.....	125
9.5.	Захирани автоматик ишга киритишга талаблар, уларнинг бажарилиши ва парметрларини Ҳисоблаш.....	127
9.6.	Захирани ишга тушириш қурилмаси схемалари.....	128
9.7.	Кучланиши 1000 В гача бўлган тармоқларда захирани автоматик ишга тушириш.....	129
9.8.	Частотадан автоматик юксизлантириш қурилмалари уларга талаблар ва иш тамойили.....	130
9.9.	Частотадан автоматик юксизлантириш (ЧАЮ) ва частотадан автоматик қайта улаш қурилмаларининг (ЧАКИ) схемалари.....	131
9.10.	Автоматик бўлиш қурилмаси.....	132
9.11.	Ҳалокатга қарши автматик қарши тизим қурилмаси.....	133
	Хулоса.....	135
	Адабиётлар.....	136

