



Фаннинг номи:

**электр таъминот тизимларининг
реле ҳимояси ва автоматикаси**

**15
Маъруза**

Трансформаторлар ҳимоялари



Сиддиков.И.Х



Д.т.н., Профессор

Трансформаторнинг ҳимояси

Трансформаторларда юз берадиган шикастланишлар ва ноноормал ҳолатлар.

1. Чўлғамлардаги ва ташқи учларидаги фазалараро ва бир фазали қисқа туташувлар;

2. Магнит ўтказгичнинг шикастланиши.

Бир фазали қ.т. 2-хил бўлиши мумкин; ерга нисбатан ёки бир фазадаги чўлғамлар орасидаги (чўлғамли).

Кўпинча бир фазали ва фазалараро қ.т. трансформаторнинг ташқи учларида ва чўлғамларида содир бўлади.

Трансформаторнинг ҳимояси

Фазалараро изоляциянинг мустаҳкамлиги учун фазалараро қ.т. жуда кам учрайди.

Бетараф нуқтаси изоляцияланган тармоқларда битта фазали ерга туташув ҳавотирли, шунинг учун ҳимоя трансформаторни ўчириши керак.

Бетараф нуқтаси ерга уланмаган тармоқларда эса шикастланиш токи унча катта эмас, шунинг учун сезгирлиги юқори бўлган ҳимоя керак бўлади, ҳимоя сигнал бериш учун хизмат қилади. Чўлғамлараро қ.т. да ҳам худди шундай.

Газли ҳимоя

Асосий ички шикастланиш – бу магнит ўтказгичнинг қизиши, ўзакнинг қатламлари орасидаги изоляциянинг бузилиши натижасида юз беради, оқибатда исроф ошади, пўлат ўзак хаддан ташқари қизийди, бу ҳаммаси изоляцияни ишдан чиқаради.

Шунинг учун электр катталиққа таъсиран жавоб бермайдиган ҳимоя керак бўлади.

Мойли трансформаторлар учун махсус ҳимоя – газли ҳимоя қўлланилади.

Магнит ўтказгичнинг қизиши, чўлғамлараро қисқа туташувлар натижасида электр ёй ҳосил бўлади, ёйнинг таъсирида мой ва изоляция материаллари парчаланиб, газ ҳосил бўлади.

Газли ҳимоя

Шу газларга таъсиран жавоб берадиган ҳимоя газли ҳимоя дейилади. Электр ёйи фазалараро қ.т. ларда пайдо бўлишини эътиборга олганда, газли ҳимояни универсал ҳимоя деса бўлади.

Нономал ҳолатлар қўйидагилар иборат:

- 1) Трансформатордан ташқарида бўладиган қисқа туташув. Бу тоқлар чўлғамларнинг изоляциясига таъсир қилади, улардан ҳимоя қилиш учун МТХ қўлланилади.
- 2) Ўта юкланиш, ҳимоя сигнал бериш учун ҳизмат қилади.

Газли химоя

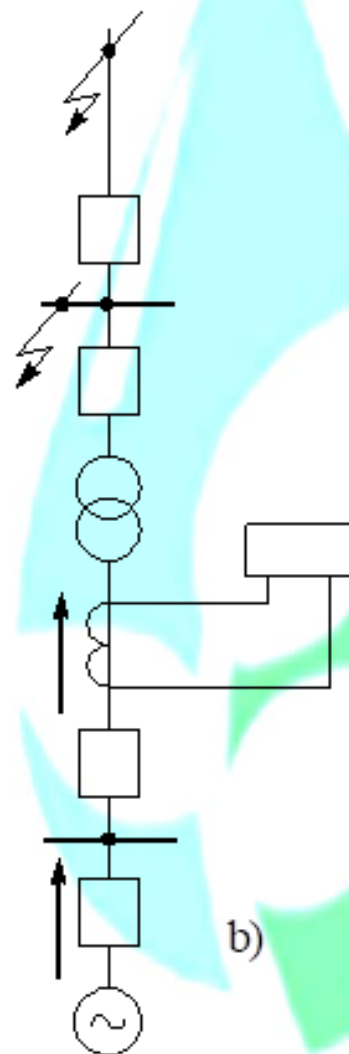
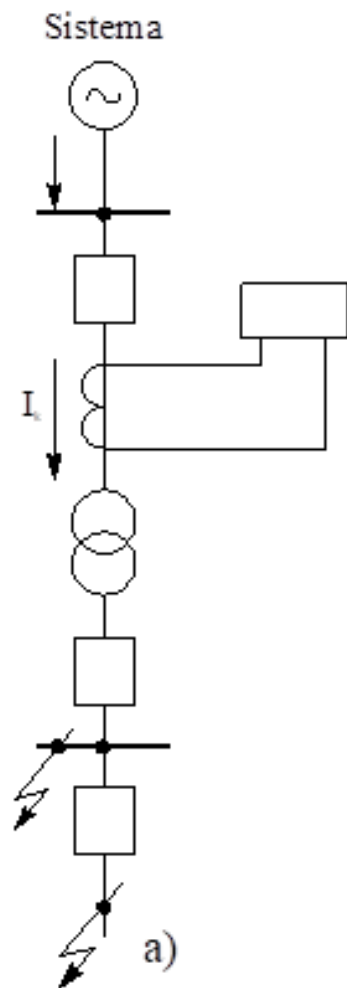
Ўта юкланиш тоқларнинг рухсат этилган қийматлари бор:

$I_{\text{юк}}/I_{\text{ном}}$	1.3	1.75	2
$t_{\text{рух}}$ (мин)	120	20	10

Хизмат кўрсатувчи персонали йўқ подстанцияларда химоя тарнсформаторни ўчириши керак ёки юклamani камайтиришга ишлаши керак.

3) Мойни камайиши:

Тоқли ҳимоялар



Elektr stansiyasi

Kuchlanishni pasaytiruvchi va ko'taruvchi transformatorlarda himoyani joylashishi.

Ҳимоянинг сезгирлиги юқори бўлиши керак, чунки қисқа туташув тоқининг қиймати асосан битта станция қуввати билан боғлиқ.

Кучланишни пасайтирувчи трансформаторларнинг ҳимояси сезгирлигини аниқлашда системадан оқиб келадиган тоқлар йиғиндиси ишлатилади.

Токли ҳимоялар

Кичик ва ўрта қувватли ($S_H < 6,3$ МВА) трансформаторлар учун фазалараро қисқа туташувдан 2 поғоналик ҳимоя қўлланилади; 1 – поғона токли кесим, 2 – поғона – МТХ.

1) Ҳимоя манба томонга ўрнатилади.

Ишончли ҳимоя ташкил қилиш учун Q1 ва Q2 ўчиргичлар ўчиши керак. Бир томонлама таъминланган тармоқларда Q1 ни ўчириш кифоя.

Тармоқнинг бетараф нуқтаси ҳолатига боғлиқ ҳолда 3 фазали ва 2 фазали ҳимоялар қўлланилади.

Токли ҳимоялар

ТК – энг содда ҳам энг тезкор ҳимоя. Лекин бу ҳимоя ёрдамида катта тоқларни маълум бир ораликда (зонада) ўчириш мумкин. Зона трансформаторнинг бир қисмини ўз ичига олиб, чўлғамли ҳам ерга уланган туташувларда газли ҳимоя билан бирга йиғилган схемалар кичик қувватли трансформаторлар учун яхши натижа беради.

Ҳимоянинг параметрлари қуйидагича:

ТК учун икки шарт билан аниқланади.

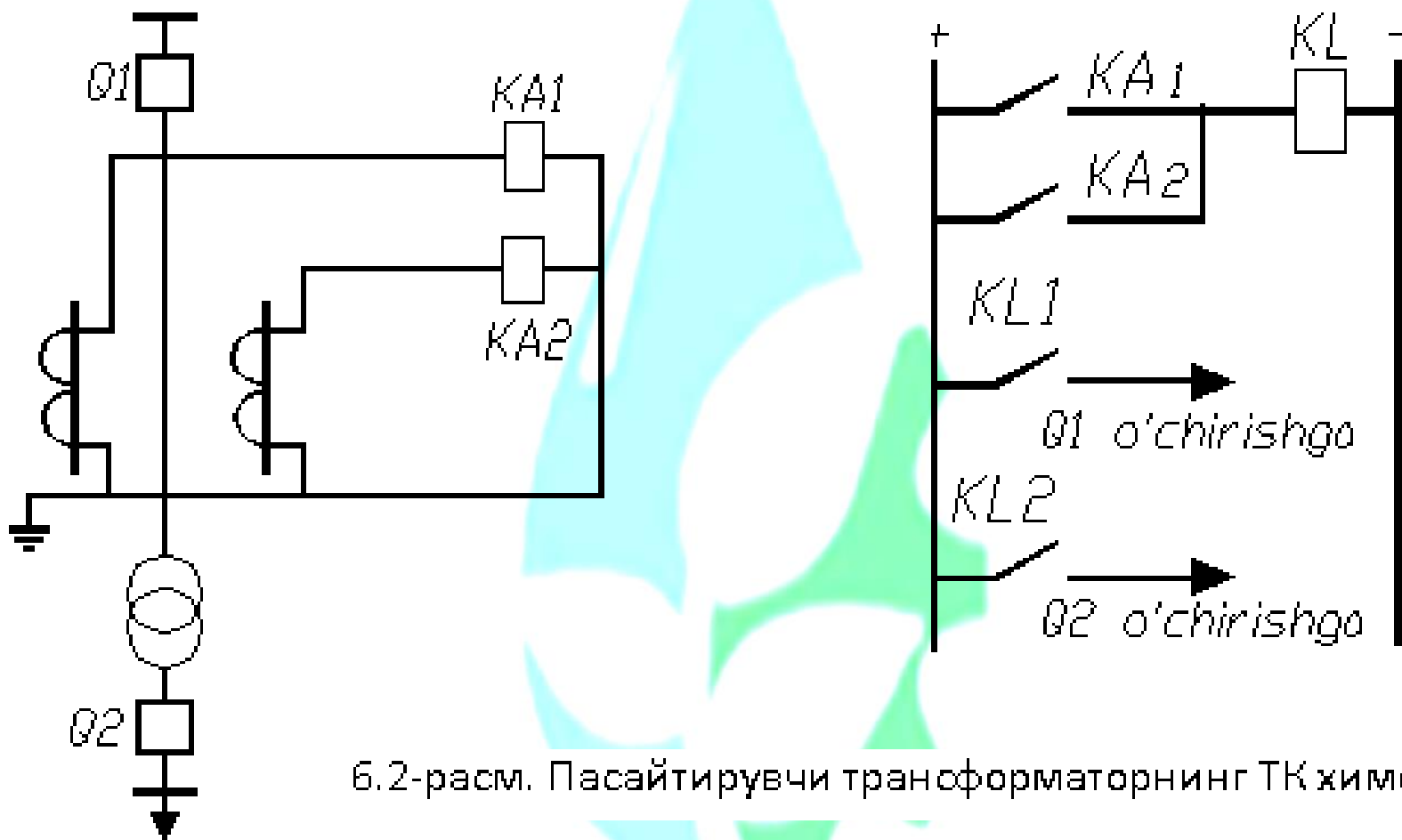
$$I_{\text{ннн}} = K_{\text{н}} \cdot I_{\text{к.т.т.макс}}$$

бу ерда:

$K_{\text{н}}$ – реленинг турига боғлиқ равишда $1,25 \div 1,5$ га тенг деб олинади.

$I_{\text{к.т.макс}}$ – трансформатордан кейинги жойдаги қисқа туташув тоқининг максимал қиймати

Токли ҳимоялар



6.2-расм. Пасайтирувчи трансформаторнинг ТК химояси

$$I_{\text{ши}} > I_{\text{маг}}$$

$I_{\text{маг}}$ – магнитловчи токнинг сакраши

$$I_{иш} = \frac{K_{\eta} \cdot K_{смз}}{K_{\theta}} \cdot I_{иш.макс}$$

бу ерда:

$K_{смз}$ – кучланиш пасайганда ўчиб, кейин ўз – ўзидан ишга тушувчи моторларнинг тоқларини ҳисобга олувчи коэффициент.

$I_{иш.макс}$ – нормал иш ҳолатдаги юклама тоқларнинг максимал қиймати, бу ток хар хил ҳолатлар учун алохида олинади.

Сезгирлик коэффициенти

$$K_{sez} = \frac{I_{q.t.min}}{I_{ish}} \geq 1,3$$

га тенг бўлса, ҳимоя сезгир ҳисобланади, акс ҳолда сезгирлиги юқорироқ бўлган ҳимоя қўлланиши керак.

$$\text{Ҳимоянинг иш вақти } t_{хим} = t_{л} + \Delta t ;$$

бу ерда:

$t_{л}$ – трансформатордан таъминланаётган линиялар ҳимоясининг энг катта сабр вақти;

Бир томондан таъминланаётган уч чўлғамли трансформаторларнинг ЎК ва ПК чўлғамларида шу томонлардаги ўчирувчи қурилмаларга таъсир кўрсатадиган алоҳида МТХ ўрнатилади.

Учинчи ҳимоя ЮК томонга ўрнатилади ва бу ҳимоя ЎК ва ПК чулғамлар учун резерв бўлиб хизмат қилади.

У ҳолда $t_1 > t_2, t_3$, яъни ЮКдаги ҳимоянинг сабр вақти ЎК ва ПК томондагидан катта.

Икки ва ундан кўп томондан таъминланувчи трансформаторлар учун йўналтирилган ҳимоялар қўлланилади.

Ўта юкланишдан химоя

Бу химоя битта фазага уланган ток релеси ёрдамида бажарилади.

Химоянинг ишлаш токи:
$$I_{\text{иш}} = \frac{K_n}{K_{\text{кайт}}} \cdot I_{\text{ном}}$$

бу ерда:

K_n – ишончилилик коэффициентини, 1,05 га тенг қилиб олинади.

$I_{\text{ном}}$ – трансформаторнинг номинал токи;

$K_{\text{кайт}}$ – реленинг қайтиш коэффициентини.

Сабр вақти $t = t_{\text{мах.х}} + \Delta t$;

бу ерда:

$t_{\text{мах.х}}$ – трансформатордан таъминланувчи истеъмолчилар химоясининг

энг катта сабр вақти.

Трансформаторларнинг дифференциал ҳимояси

Трансформаторни чулғамларида, учларида, ўчиргич билан уланган қисмларида бўладиган шикастланишларни тез ўчириш ўчун дифференциал ҳимоя қўлланилади. Ҳимояланаётган трансформаторнинг икки томонига ток трансформатори ўрнатилади. Уларнинг иккиламчи чулғамлари ва ток релеси айланувчи тоқлар схемасига мос ҳолда уланади.

Юклама токи ўтаётганда ва трансформатордан ташқарида қисқа туташув содир бўлса реледан ўтаётган ток

$$I_p = I_{2I} - I_{2II}$$

Агар қисқа туташув трансформаторда бўлса

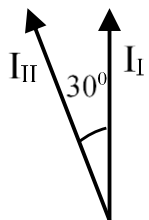
$$I_p = I_{2I} + I_{2II}$$

Трансформаторларнинг дифференциал ҳимояси

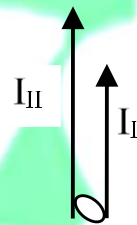
Танловчанлик шарти бажарилиши учун иккиламчи тоқларни тенглаштириш зарур

$$I_{2I} = I_{2II}$$

Ток трансформаторларининг бирламчи чўлғамлардаги тоқлар қиймати ҳар хил, Y/Δ - гуруҳга таълуқли куч трансформаторлар учун бу тоқлар фаза бўйича ҳам фарқ қилади.



$Y/\Delta-11$ гуруҳ учун



$Y/Y-12$ гуруҳ учун

Трансформаторларнинг дифференциал ҳимояси

Фаза бўйича фарқини компенсация қилиш учун ТТнинг иккиламчи чулғамлари юлдуз томонида (ТАI) учбурчак, учбурчак (ТАII) томонида юлдуз усулида уланади.

Иккиламчи тоқларни тенглаштириш учун ТТларни трансформация коэффициентини танлаб олиш керак.

1) Куч трансформаторининг гуруҳи Y/Y; n – трансформациялаш коэффициенти бўлса;

$$\frac{I_I}{n_{TI}} = \frac{I_{II}}{n_{TII}};$$

ёки
$$\frac{n_{TII}}{n_{TI}} = \frac{I_{II}}{I_I} = N;$$

Трансформаторларнинг дифференциал ҳимояси

1) Куч трансформаторларининг гурухи Y/Δ бўлганда

$$\frac{I_I \cdot \sqrt{3}}{n_{TI}} = \frac{I_{II}}{n_{TII}}; \text{ ёки}$$

$$\frac{n_{TII}}{n_{TI}} = \frac{I_{II}}{I_I \cdot \sqrt{3}} = \frac{N}{3};$$

Ҳисобий трансформация коэффициентлари шкаладагидан фарқ қилади, бунинг натижасида нобаланс токининг яна бир ташкил этувчиси ҳосил бўлади.

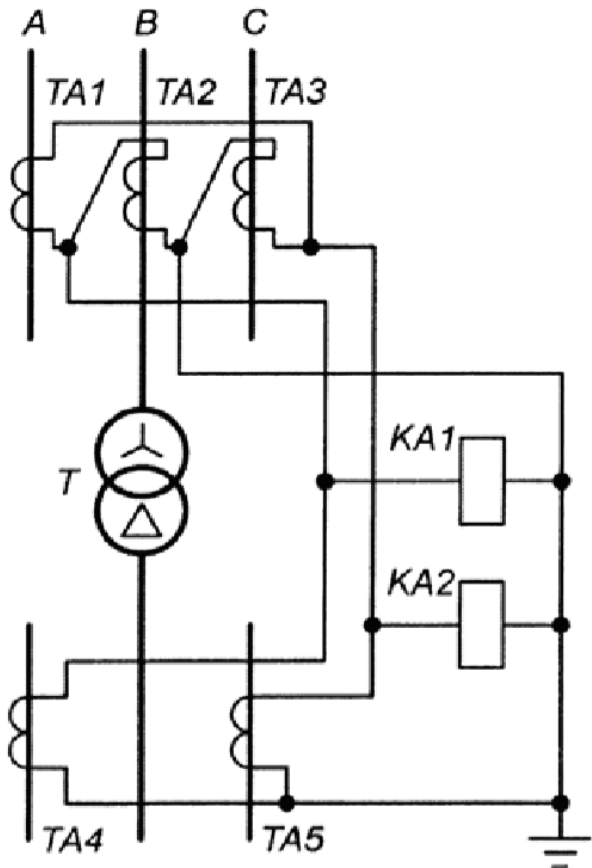
$$I_{\text{нб}_{\text{тенг}}} = (\Delta f_{\text{тенг}} / 100) \cdot (I_{\text{к}_{\text{таш}}}^{(3)} / N)$$

бу ерда $\Delta f_{\text{тенг}} = [(I_{2I} - I_{2II}) / I_{2I}] \cdot 100$ - тенглаштиришдаги хатолик.

$\Delta f_{\text{тенг}}$ 5% дан ошмаслиги керак, агар ошса тенглаштириш учун махсус релелар қўлланилади.

Трансформаторларнинг дифференциал ҳимояси

Куч трансформаторлари ишга тушириляётганда ва ташқи қисқа туташувларни ўчиргандан кейин кучланиш кўтарилганда ўтказгичда магнитловчи тоқлар ҳосил бўлади.



Дифференциал ҳимоя бу тоқларда ишга тушмаслиги учун ишлаш тоқи куйдагича аниқланади

$$I_{\text{ми.хим}} \geq K_{\text{соз}} \cdot I_{\text{нам}}$$

бу ерда $K_{\text{соз}}$ – созлаш коэффициенти $K_{\text{соз}}=0,3$
4,5 .

Коэффициентининг қиймати ишлатиляётган реленинги турига боғлиқ.

Трансформаторларнинг дифференциал ҳимояси

Куч трансформаторининг трансформация коэффициентини ўзгариши дифференциал ҳимоядаги тоқларга таъсир кўрсатади. Натижада яна бир нобаланс $I_{нб\text{рост}}$ тоқи ҳосил бўлади. Бу тоқ кучланишни ростлашдаги диапазонга боғлиқ. ($\Delta U_{\text{рост}}$)

$$I_{нб\text{рост}} = (K_{\varepsilon}/100) \cdot (I_{к.маш}/N)$$

Юқоридаги айтилгандек дифференциал ҳимоя учун 2 та тоқ трансформатори ишлатилади. Уларнинг умумий хатолиғи билан боғлиқ бўлган нобаланслик тоқи ($K_{\varepsilon} = f(\text{хатоллик})$)

$$I_{нб\text{хат}} = (K_{\varepsilon}/100) \cdot (I_{к.маш}^{(3)}/N)$$

Хулоса қилиб айтганда, дифференциал ҳимоянинг нобаланс тоқлари ташқи қисқа туташувларда бир неча ташкил этувчилардан иборат

$$I_{нб_мах} = I_{нб_менг} + I_{нб_рост} + I_{нб_хат} = [(\Delta f_{менг} + \Delta U_{рост} + K_{\varepsilon})/100] \cdot (I_{К.таш} / N)$$

Ташкил этувчиларнинг максимал қийматида

$$I_{нб_мах} = 0,4I_{К.таш}^{(3)} / N$$

Дифференциал қимоянинг ишлаш токи бу токлардан катта бўлиши керак:

$$I_{иш_хил} \geq I_{нб_мах}$$

Ҳимоянинг ишлаш токи 2 та шартнинг каттасига қараб олинади.

Сезгирлик коэффиценти

$$K_r = \frac{I_{к.таш}^{(2)}}{I_{сз}};$$

Бу ерда $I_{К.таш}^{(2)}$ куч трансформаторининг ПК томондаги 2 фазали қисқа туташув токи

Талабга мувофиқ бу коэффицент қуйидаги ораликда бўлиши шарт $2 \leq K_r \leq 1,5$.

Differensial tokli kesim

Qoidaga ko'ra, differensial tokli kesimni quvvati 25 MVA gacha bo'lgan transformatorlarda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Himoyaning ishlash vaqti, sozlash shartlariga bog'liq ravishda aniqlanadi:

a) transformatorning magnitlovchi tokining sakrashidan sozlash

$$I_{him.ish} = k_{soz} \cdot I_{nom.tr} , \quad (5.13)$$

bu yerda, $k_{soz} = 3 \div 4$.

b) nobalans tokning (I_{nb}) sakrashidan sozlash

$$I_{him.ish} = k_{soz} \cdot I_{nb} \quad (5.14)$$

bu yerda, $k_{soz} = 1,3$ - himoyada PT-40 relesi qo'llaganda.

Himoyadagi nobalans toki uchta tashkil etuvchidan iborat bo'lib, u qo'yidagicha aniqlanadi:

$$I_{nb} = I'_{nb} + I''_{nb} + I'''_{nb} \quad (5.15)$$

Birinchi tashkil etuvchisi tok transformatorlarning xatoligi bilan izohlanadi:

$$I'_{nb} = k_{nd} \cdot k_{bt} \cdot \varepsilon \cdot I_{qt.max.tashqi}^{(3)}, \quad (5.16)$$

bu yerda, k_{nd} - qisqa tutashuv tokining nodavriy tashkil etuvchisini hisobga oluvchi koeffitsiyent, differensial tokli kesim uchun $k_{nd} = 2$, tez to'yinuvchi tok transformatorli (PHT, ДЗТ relelar) himoyalarda $k_{nd} = 1$;

k_{bt} - bir tipli koeffitsiyenti, $k_{bt} = 1$ chunki transformatorning yuqori va past kuchlanish tomonlarida bir biridan farq qiluvchi tok transformatorlar o'rnatilgan.

ε - tok transformator magnitlovchi tokni iste'mol qilishi hisobiga ruxsat etilgan hatoligini ko'rsatuvchi kattalik $\varepsilon = 0,1$;

$I_{qt.max.tashqi}^{(3)}$ - maksimal ish holatidagi transformatoridan keyingi (differensial himoyaning ta'sir doirasidan tashqarida) uch fazali qisqa tutashuv toki

Differensial tokli kesim

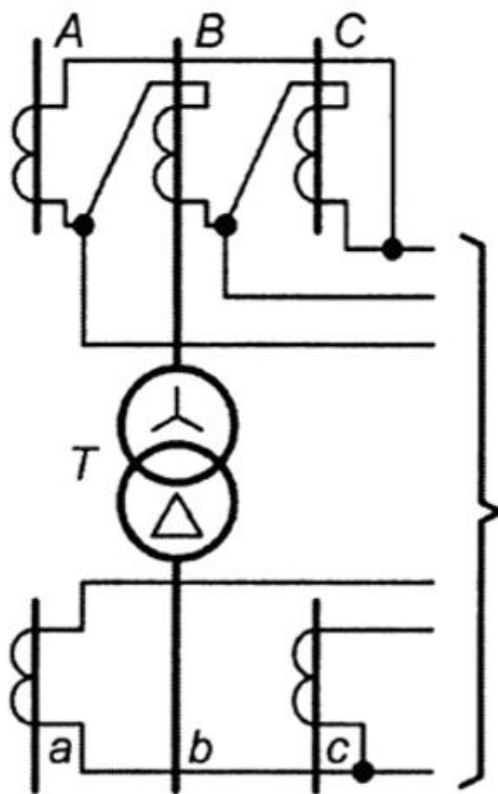
$I_{2\text{ yu}}$ va $I_{2\text{ qu}}$ - yuqori va pastki kuchlanish tomonlaridagi tok transformatorlardan keyingi ikkilamchi nominal toklarning o'rtacha qiymati:

$$I_{2\text{ yu}} = \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{nom1}}} \cdot \frac{k_{\text{sx yu.k}}}{k_{\text{tt yu.k}}}, \quad I_{2\text{ qu}} = \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{nom2}}} \cdot \frac{k_{\text{sx pa.k}}}{k_{\text{tt pa.k}}} \quad (5.20)$$

bu yerda k_{sx} - tok transformatorlarning ikkilamchi cho'lg'amlari va relalarning ulanish sxemasini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $k_{\text{sx yu.k}} = \sqrt{3}$,
 $k_{\text{sx pa.k}} = 1$;

k_{tt} - himoyalananayotgan transformatorning yuqori va pastki kuchlanish tomonlariga o'rnatilgan tok transformatorlarning transformatsiya koeffitsiyenti.

Differensial tokli kesim



Differensial
himoyaga

Ikki shartdan qiymat bo'yicha katta bo'lgan himoyaning ishlash toki olinadi. Olingan himoyaning ishlash toki asosida relening ishlash toki aniqlanadi:

$$I_{rele.ish} = \frac{I_{him.ish} \cdot k_{sx}}{n_{tA}}$$

bu yerda, k_{cx} - ikkilamchi toki eng katta bo'lgan himoya yelkasida 150 o'rnatilgan tok transformator chulg'amlarining ulanish sxema koeffitsiyenti;

n_{tA} - ikkilamchi toki eng katta bo'lgan himoya yelkasida o'rnatilgan tok transformatorning transformatsiya koeffitsiyenti

Тез тўйинувчи ток трансформаторли ҳимоя.

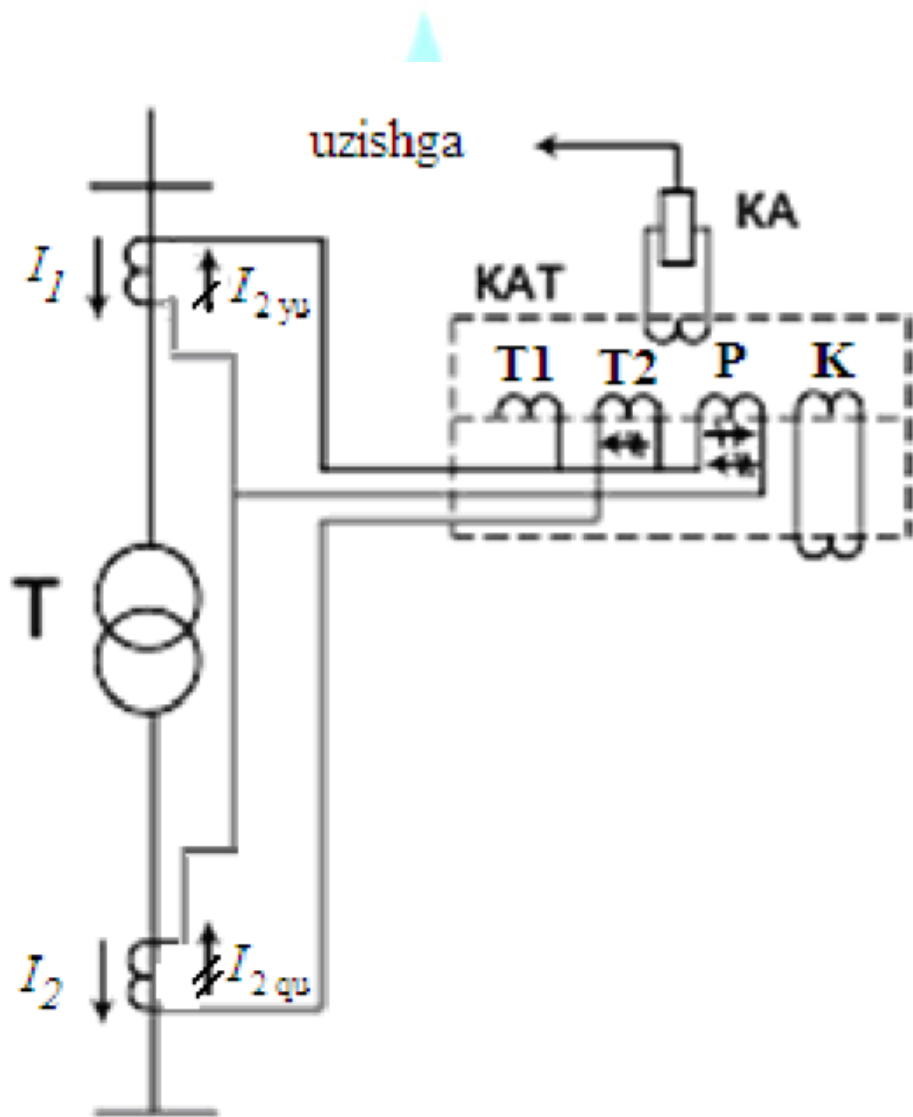
Дифференциал токли кесимнинг сезгирлиги кам бўлган холларда тез тўйинувчи ток трансформаторли махсус реле РНТ-565 ёрдамидаги ҳимоя ишлатилади (10.2 (б)-расм). Ҳимоя параметрларининг ҳисоби дастлабки ишлаш токини аниқлашдан бошланади.

Магнитловчи токнинг сакрашидан созлаш учун $I_{хши} \geq 1,3I_{тном}$

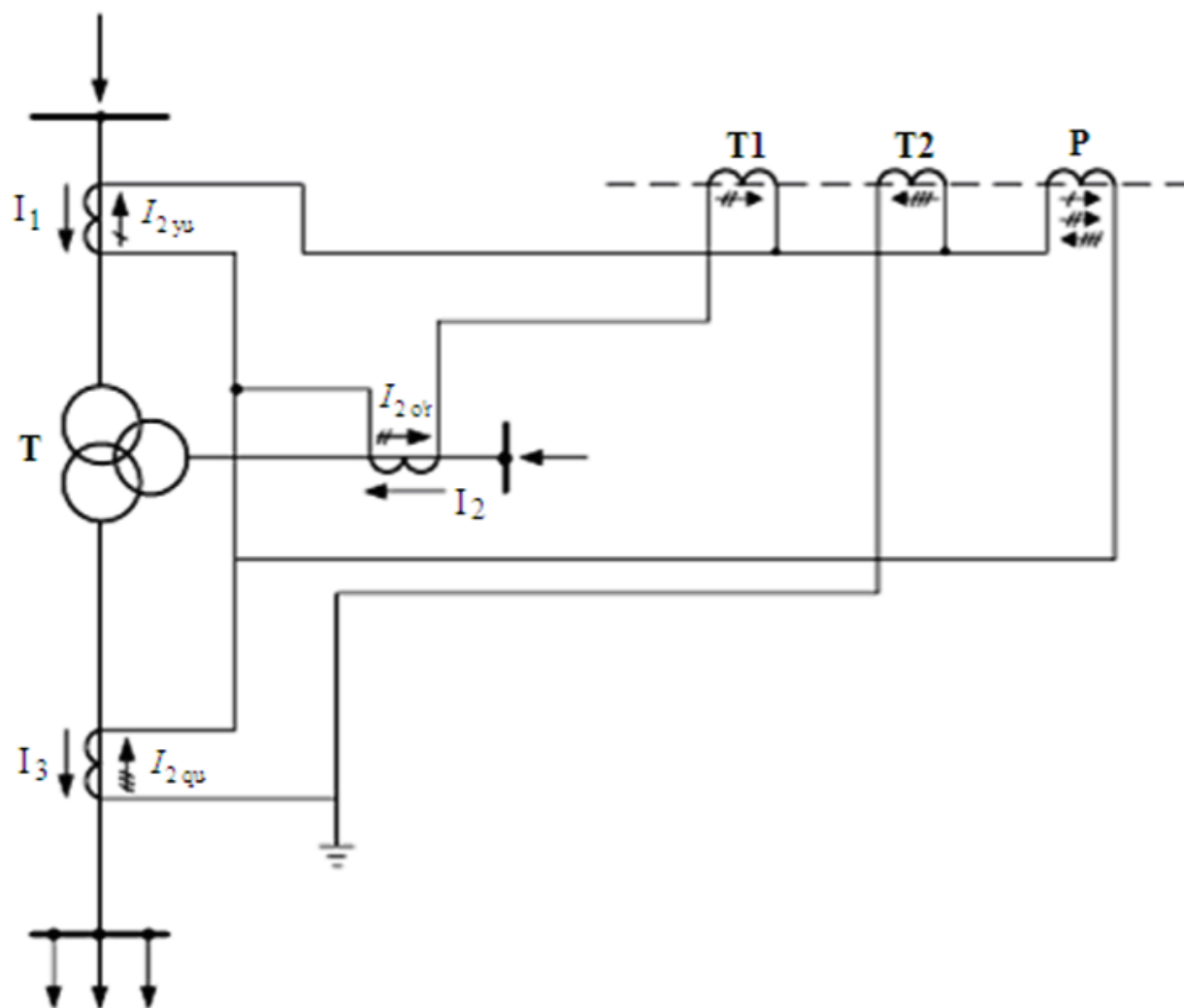
Максимал нобаланс ток бўйича $I_{хши} \geq I_{нб\ max}$

Икки шартнинг каттасига мос ҳимоя ишлаш токи қабул қилинади, сезгирлиги қуйидагича текширилади

$$K_{сез} = \frac{K_{сх} \cdot I_{кмин.таш}}{I_{хши}} \geq 1.5$$



Ikki chulg'amli transformatorning tez tuyinuvchi tok transformator tok relesi asosidagi differensial himoyasi.



5.17-rasm. Tez tuyinuvchi tok transformatorli tok relesi asosidagi uch chulg'amli transformatorning differensial himoyasi.



Эътиборингиз учун раҳмат!



Сиддиқов.И.Х



Д.т.н., Профессор