

COURSE: Electrical Safety for Electrical Engineers.

Week 8. Protective Neutral Bonding

**Abdulloev
Bakhtiyor
Tolibjonovich**

**Institute of energy
of Tajikistan**

Курс: Беҳатарии электрикӣ барои муҳандис барқчиён

Ҳафтаи 8: Системаи функционалии заминвасл

**Абдуллоев
Баҳтиёр
Толибҷонович**

**Донишқадаи энергетикӣ
Тоҷикистон**

Нақшаи лексия

1. Муқаддима

- Системаи функционалии заминвасл
- Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)
- Заминваслкунии такрории ноқили муҳофизатии сифрӣ
- Муҳофизати хомӯшкунӣ (защитное отключение)

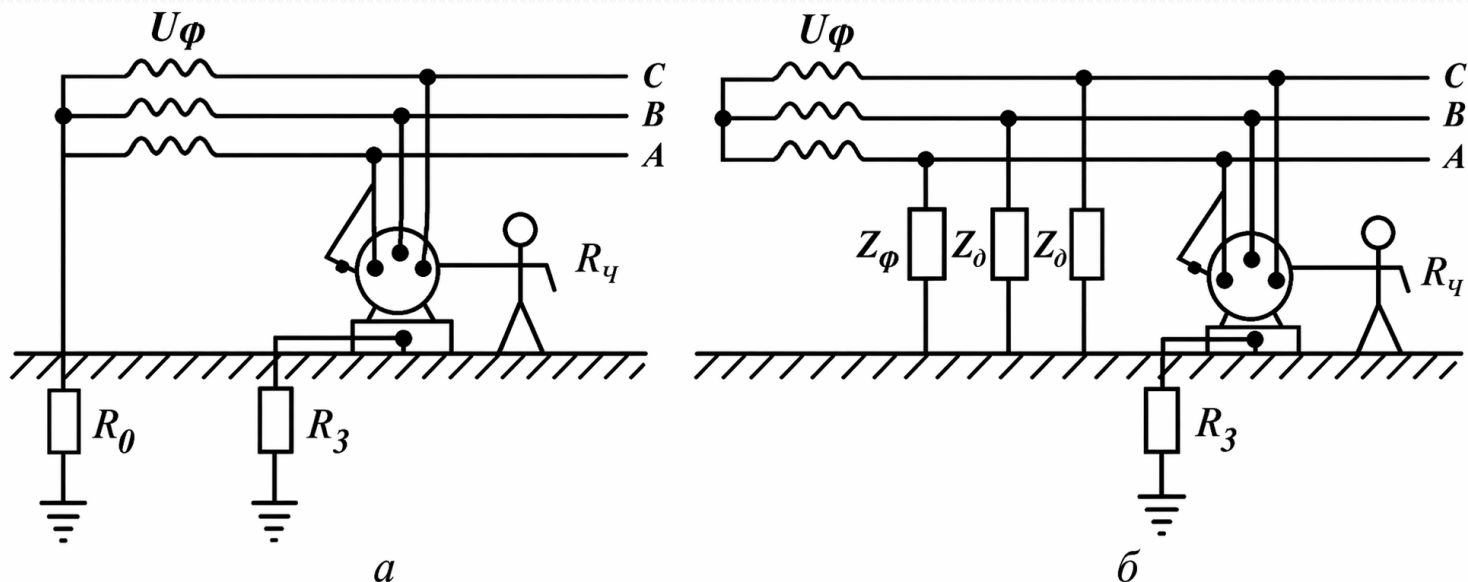
2. Хулосаи лексия

Системаи функционалии заминвасл

Муҳофизати нейтралӣ (зануление) — ин мафҳумест, ки ба чораҳои таъмини бехатарии барқӣ дар дастгоҳҳои барқӣ алоқаманд мебошад. Он ба усулҳои ҳифз аз осеб дидани инсон аз чараёни барқ ҳангоми тамоси ғайримустақим бо қисмҳои чараёнгузари дастгоҳҳои барқӣ тааллуқ дорад. Ин усул тавассути пайваст намудани қисмҳои металлии ғайричараёнбари таҷҳизот ба нейтралӣ саҳт заминваслшуда амалӣ мегардад, ки дар ҳолати вайроншавии изолятсия боиси ба вуҷуд омадани чараёни расиши кутоҳ шуда, дастгоҳҳои муҳофизатиро ба кор медарорад.

Системаи функционалии заминвасл

Дар натиҷа, таъминоти барқ фавран қатъ гардида, хатари зарбаи барқ ба инсон ба таври назаррас кам карда мешавад.



Расми 1. *а*-схема бе заминваслкунии иловагӣ (такрорӣ), қисми *б*-схема бо заминваслкунии такрорӣ, ки беҳатариро зиёд мекунад.

Системаи функционалии заминвасл

Нейтрали шабакаи барқӣ — маҷмӯи нуқтаҳои нейтралӣи печҳои трансформатор (потенсиали сифрии печҳое, ки ба шакли «ситора» пайваст шудаанд) ва ноқилҳое, ки онҳоро бо ҳам мепайванданд.

Заминваслқунии муҳофизатӣ — пайвастқунии барқии мақсадноки қисмҳои металлӣи ғайричараёнбари таҷҳизот бо замин ё муодили он мебошад, ки метавонанд дар натиҷаи расиш ба корпус, таъсири индуктивӣи қисмҳои ҳамсои чараёнгузар, интиқоли потенсиал, разряди барқ (раъду барқ) ва ғайра зери шиддат қарор гиранд.

Системаи функционалии заминвасл

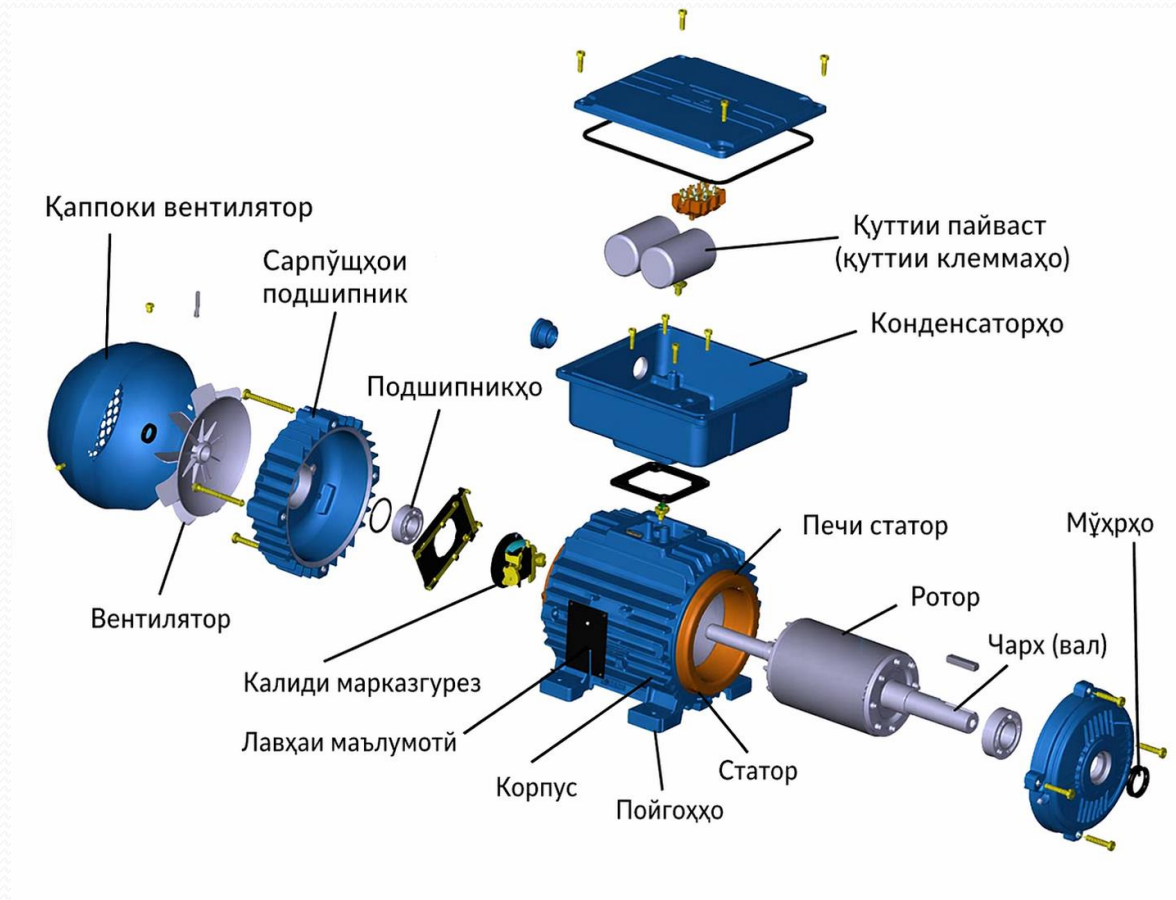
Таъриф:

Қисмҳое, ки **чараёни барқ аз онҳо мегузарад.**

Мисолҳо:

- Ноқилу кабелҳо
- Тахтасимҳо (шины)
- Калидҳо (контакты)
- Печҳои (обмотка) муҳаррик ва трансформатор
- Қисмҳои дохилии автомат ва дастгоҳҳо

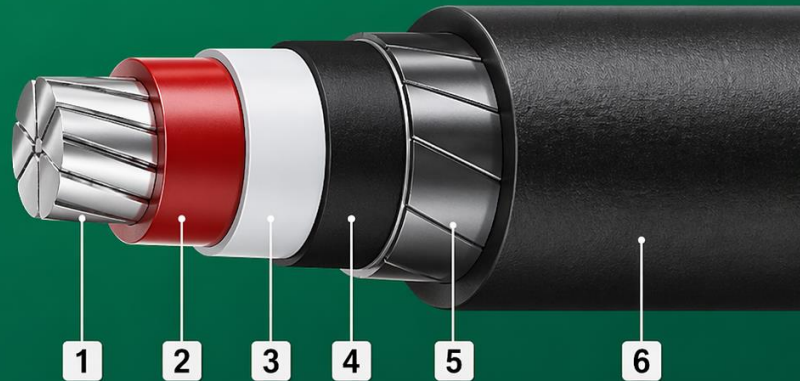
Системаи функционалии заминвасл



Расми 2. Аз муаллиф: бо истифода аз зеҳни сунъӣ (AI) сохта шудааст.

Қисмҳои конструктивии кабел

- 1 – Роҳбари чараён
(ноқили барқ)
- 2 – Изолятсия
(изоляция)
- 3 – Изолятсияи иловагӣ
(пўшиши дохилӣ)
- 4 – Эқран
(қабати муҳофизатӣ)
- 5 – Зиреҳ бо ду тасма
аз пўлоди лентай
- 6 – Пўшиши берунӣ
(қабати муҳофизатӣ)



Расми 3. Аз муаллиф: бо истифода аз зеҳни сунъи (AI) сохта шудааст.

Системаи функционалии заминвасл

Нейтралкунӣ (зануление) — пайвастунии барқии мақсадноки қисмҳои кушодаи гузаронандаи таҷҳизоти барқӣ бо нуқтаи нейтралӣ саҳт заминваслшудаи генератор ё трансформатор дар шабакаҳои ҷараёни сефаза, бо баромади саҳт заминваслшудаи манбаи ҷараёни якфаза ё бо нуқтаи заминваслшудаи манбаъ дар шабакаҳои ҷараёни доимӣ мебошад, ки бо мақсади таъмини бехатарии барқӣ иҷро карда мешавад.

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Ҳангоми расиши ноқили фаза ба танаи нейтралшудаи қабулқунандаи барқ, занҷири ҷараёни расиши кутоҳи якфаза (пайвастшавӣ байни ноқили фаза ва ноқили муҳофизатии сифрӣ) ба вуҷуд меояд. Ҷараёни расиши кутоҳ боиси фаъол шудани муҳофизати максималии ҷараён гардида, дар натиҷа дастгоҳи осебдида аз шабакаи барқ ҷудо карда мешавад. Пеш аз фаъол шудани муҳофизат, шиддати танаи осебдида нисбат ба замин паст мешавад, Слайди дигар-

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

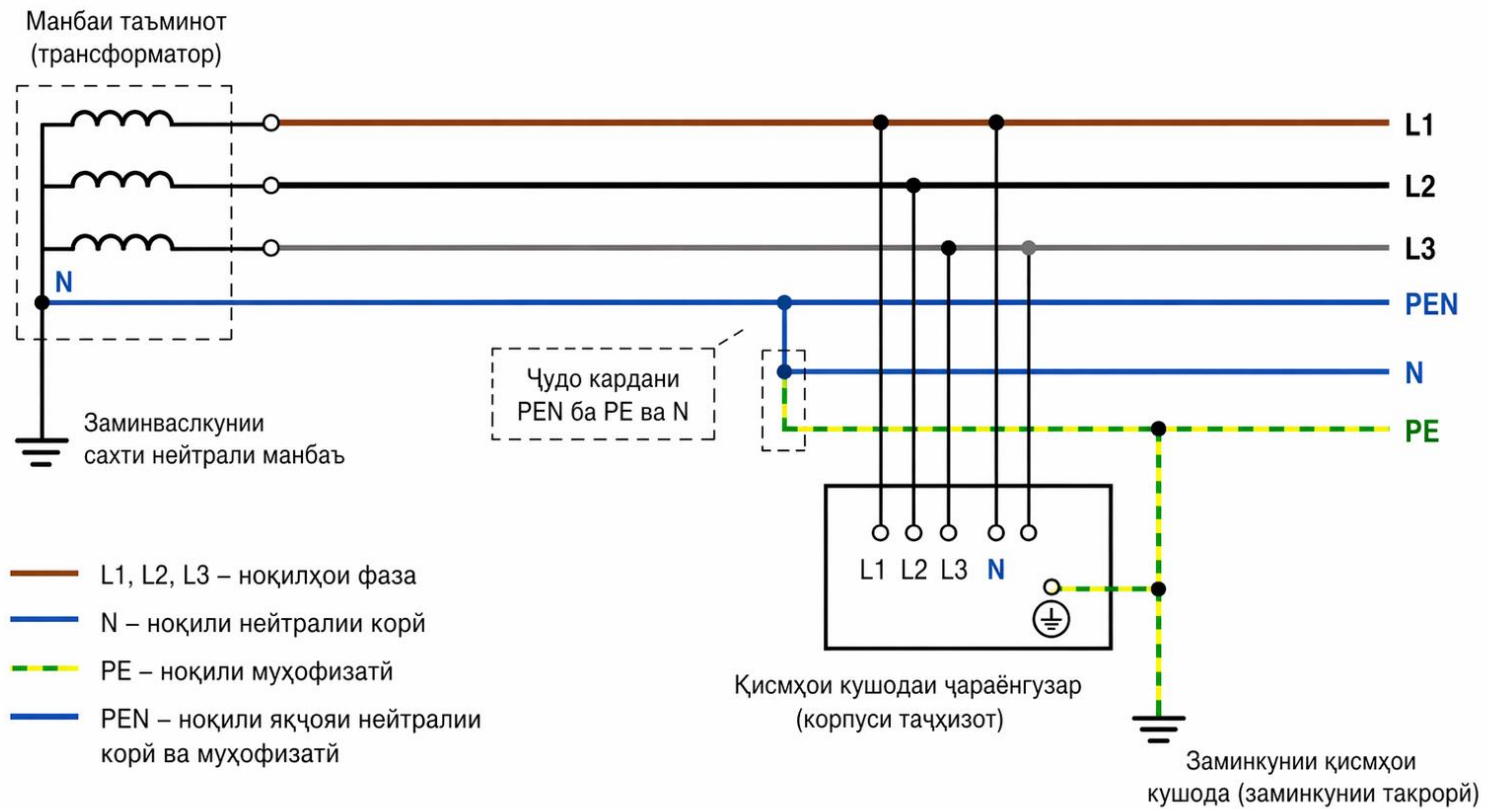
ки ин аз ҳисоби таъсири муҳофизатии заминваслкунии такрорӣ ноқили муҳофизатии сифрӣ ва аз нав тақсим шудани шиддатҳо дар шабака ҳангоми чараёни расиши кутоҳ ба амал меояд.

Системаи TN — ин системаест, ки дар он нейтралӣ манбаи таъминоти барқ саҳт заминваслшуда мебошад ва қисмҳои кушодаи гузаронандаи таҷҳизоти барқӣ тавассути ноқилҳои муҳофизатии сифрӣ ба ҳамин нейтралӣ заминваслшуда пайваст карда мешаванд.

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Системам TN (масалан, TN-C-S)

Нейтралӣ манбаи таъминоти барқ саҳт заминвавлшуда мебошад



Расми 4. Аз муаллиф: бо истифода аз зеҳни сунъӣ (AI) сохта шудааст.

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Системаи IT — ин системаест, ки дар он нейтралӣ манбаи таъминоти барқ аз замин ҷудо (оикшуда) мебошад ё тавассути дастгоҳҳо бо муқовимати калон ба замин пайваст карда шудааст, дар ҳоле ки қисмҳои кушодаи гузаронандаи таҷҳизоти барқӣ мустақиман заминвасл карда мешаванд.

Барои баланд бардоштани сатҳи бехатарии барқӣ метавон аз чораҳои иловагӣ истифода бурд:

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Дастгоҳҳои хомӯшкунӣ муҳофизатӣ (УЗО) — қатъи автоматии таҷҳизоти барқиро ҳангоми пайдо шудани хатари зарбаи барқ таъмин мекунанд;

Баробаркунии потенциалҳо — дар ҳолатҳои истифода мешавад, ки беҳатарӣ аз шиддати ламс ва қадам танҳо бо заминваслкунӣ ва нейтралкунӣ таъмин карда намешавад;

Изолятсияи қисмҳои зери шиддат — яке аз чораҳои маъмул ва самараноки таъмини беҳатарии барқӣ мебошад.

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Ҳангоми тарҳрезӣ ва истифодаи дастгоҳҳои барқӣ ба назар гирифтани талаботи ҳуҷҷатҳои меъёрӣ (масалан, ПУЭ — Қоидаҳои сохти дастгоҳҳои барқӣ, ГОСТ-ҳо) хеле муҳим аст, зеро онҳо талаботро нисбат ба заминваслқунӣ, ноқилҳои муҳофизатӣ ва дигар чораҳои таъмини бехатарии барқӣ танзим менамоянд. Барои пайваст намудани қисмҳои кушодаи гузаронандаи қабулкунандаи барқ бо нуқтаи нейтраллии саҳт заминваслшудаи манбаъ, ноқили муҳофизатии сифрӣ истифода бурда мешавад.

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Ноқили муҳофизатии сифрӣ (PE — ноқил дар системаи TN–S) — ин ноқилест, ки қисмҳои нейтралшавандаро (қисмҳои кушодаи гузаронанда)-ро бо нуқтаи нейтраллии саҳт заминваслшудаи манбаи ҷараёни сефаза, ё бо баромади заминваслшудаи манбаи ҷараёни якфаза, ё бо нуқтаи миёнаи заминваслшудаи манбаъ дар шабакаҳои ҷараёни доимӣ пайваस्त мекунад. Нейтралкунии (зануление) барои таъмин намудани ҳифз аз зарбаи барқ ҳангоми тамоси ғайримустақим зарур мебошад, зеро он шиддати Слайди дигар-

5. Монахов, А. Ф. *Тадбирҳои бехатарии электрикӣ дар иншооти электрикӣ: китоби дарсӣ барои курсҳои тақмили ихтисос ва донишҷӯёни ихтисоси муҳандисии электрикӣ.* 2008.

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

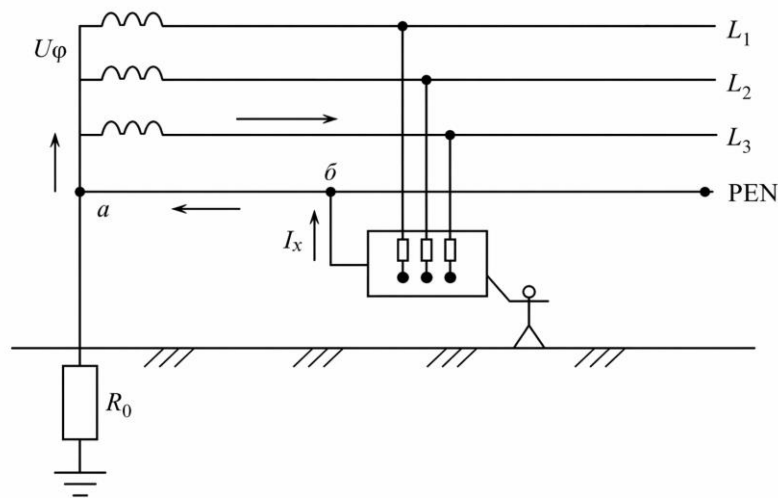
корпусро нисбат ба замин паст намуда, инчунин ҷудошавии зудтари дастгоҳи барқиро аз шабака таъмин мекунад.

Нейтралкунии муҳофизатӣ — ин пайваस्तкунии мақсадноки қисмҳои кушодаи гузаронандаи таҷҳизоти барқӣ бо нейтралӣ саҳт заминваслшудаи трансформатор ё генератор мебошад, ки бо мақсади таъмини бехатарии барқӣ иҷро карда мешавад.

Нейтралкунии яке аз чораҳои асосии муҳофизат аз расиш ба корпус дар шабакаҳои барқии то 1000 В бо нейтралӣ саҳт заминваслшуда ба ҳисоб меравад.

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Принципи кори нейтралкуний дар он аст, ки ҳангоми расиш ба корпус, ин ҳолат ба расиши кутоҳи фаза тавассути корпус ва ноқили сифрӣ табдил меёбад, ки дар натиҷа дастгоҳҳои муҳофизатӣ фаъол шуда, таҷҳизотро аз шабака ҷудо мекунад.



Расми 5. Нақшаи нейтралкуний (зануление) аз муаллиф: бо истифода аз зеҳни сунъӣ (AI) сохта шудааст.

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Чараёни расиши кутоҳ боиси фаъол шудани дастгоҳҳои муҳофизатӣ гардида, дар натиҷа дастгоҳи осебдида аз шабака ҷудо карда мешавад. Барои муҳофизат аз расиши кутоҳҳо худкорҳои (худкорҳои) барқӣ ва муҳофизакҳои гудозанда истифода бурда мешаванд. Ҳангоми расиш ба танай нейтралшуда, чараёни расиши кутоҳ аз қисмҳои зерин мегузарад: печҳои трансформатор, ноқили фаза ва ноқили сифрӣ; бинобар ин, чараёни расиш бо формулаи зерин муаян карда мешавад:

$$I_K = \frac{U_\phi}{Z_T/3 + Z_\phi + Z_{PEN}} \quad (1)$$

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Агар муқовимати занҷир $Z_T/3 + Z_\phi + Z_{PEN} = 0,2$ Ом бошад (дар шабакаҳои 380/220 В одатан камтар аст), пас чараёни расиши кутоҳ чунин ҳисоб карда мешавад:

$$I_K = \frac{220}{0.2} = 1100 \text{ A} \quad (2)$$

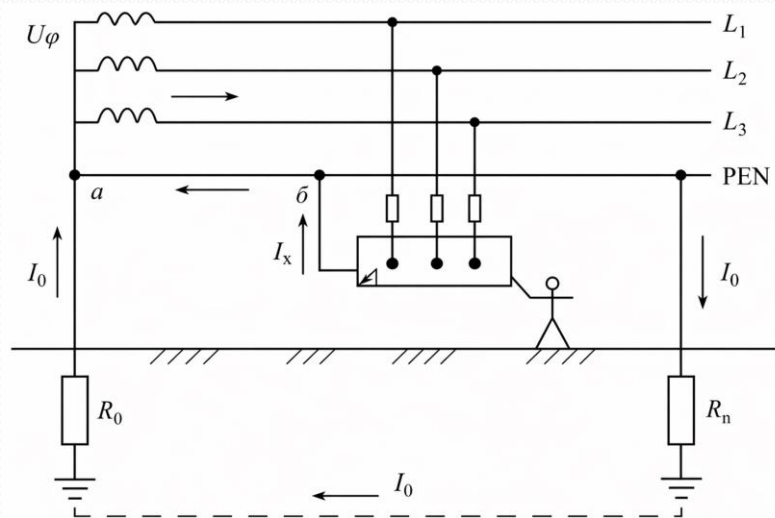
Яъне, чараёни расиши кутоҳ тақрибан **1100 А**-ро ташкил медиҳад, ки барои сари вақт фаъол шудани дастгоҳҳои муҳофизатӣ (худкорҳо ё муҳофизакҳо) кофӣ мебошад. Ҳангоми чунин чараён, муҳофизат ҳатман фаъол мегардад (муҳофизат — муҳофизакҳо, шарт: $I_K \geq 3 I_{пл.в.}$; $I_{пл.в.} \approx 40-250 \text{ A}$).

Принципи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Шиддат дар корпус нисбат ба замин U_3 , мисли тамоми қитъаи пас аз нуқтаи «б», бо ифодаи $U_3 = U_k = I_k \cdot Z_{PEN}$ муайян карда мешавад, ки дар он Z_{PEN} — муқовимати умумии ноқили муҳофизатии сифрӣ (НЗП) дар қитъаи «а–б» мебошад. Дар қитъаи «а–б» шиддати НЗП U_3 ба таври хаттӣ аз 0 то U_k тағйир меёбад. Шиддати нуқтаи нейтралӣ «а»-и манбаъ нисбат ба замин дар ин ҳолат ба сифр баробар аст ($U_0 = 0$).

Заминваслкунии такрорӣ ноқили муҳофизатии сифрӣ

Яке аз унсурҳои муҳими системаи нейтралкунии (зануление) заминваслкунии такрорӣ ноқили муҳофизатии сифрӣ мебошад, ки тавассути муқовимати R_n амалӣ карда мешавад (расми 3).



Расми 6. Заминваслкунии такрорӣ ноқили муҳофизатии сифрӣ (НЗП)
Аз муаллиф: бо истифода аз зеҳни сунъӣ (AI) сохта шудааст.

Заминваслкунии такрории ноқили муҳофизатии сифрӣ

Заминваслкунии такрории ноқили муҳофизатии сифрӣ ба вақти хомӯшшавии дастгоҳи барқӣ аз шабака амалан таъсири назаррас намерасонад. Аммо ҳангоми истифодаи системаҳои нейтралкунӣ метавонанд ҳолатҳое ба вуҷуд оянд, ки дар онҳо заминваслкунии такрорӣ зарур мегардад, масалан ҳангоми шудани ноқили муҳофизатии сифрӣ (НЗП). Дар чунин ҳолат, ҳангоми мавҷуд будани заминваслкунии такрорӣ, ғайр аз чараёни расиши кутоҳ Iк, инчунин чараёни Iз дар замин қорӣ мегардад, Слайди дигар-

Заминваслкунии такрории ноқили муҳофизатии сифрӣ

ки занҷири он тавассути муқовиматҳои R_0 ва R_{Π} (муқовиматҳои заминваслкунии такрории НЗП) ташкил мешавад. Дар ин сурат, ифода барои ҷараёни I_3 чунин навишта мешавад:

$$I_3 = \frac{U_K}{R_0 + R_{\Pi}} = \frac{U_{a,b}}{R_0 + R_{\Pi}} \quad (3)$$

ва дар ин ҳолат шиддати расиш U_3 то чунин қимат кам мешавад:

$$U_3 = I_3 \cdot R_{\Pi} = \frac{U_{a,b}}{R_0 + R_{\Pi}} \cdot R_{\Pi} \quad (4)$$

Заминваслқунии такрорӣ ноқили муҳофизатии сифрӣ

Шиддат байни нейтралӣ манбаи ҷараён ва замин U_0 ба чунин қимат баробар мешавад:

$$U_0 = I_3 \cdot R_0 = \frac{U_{a,b}}{R_0 + R_{\Pi}} \cdot R_0 \quad (5)$$

Дар ҳолати шудани ноқили муҳофизатии сифрӣ (НЗП) пеш аз дастгоҳ ва дар сурати набудани заминваслқунии такрорӣ, шиддати расиш ба корпус ба шиддати фаза баробар мешавад: $U_3 = U_{\phi}$.

Заминваслкунии такрорӣ ноқили муҳофизатии сифрӣ

Дар ҳолати мавҷуд будани заминваслкунии такрорӣ НЗП, шиддати расиш ба корпус кам шуда, ба арзиши беҳатартар поён мерасад.

$$U_3 = \frac{U_\phi}{R_0 + R_{\Pi}} \cdot R_{\Pi} \quad (6)$$

Ба заминваслкунии такрорӣ ноқилҳои кори сифрии хатҳои ҳавоӣ дучор мешаванд, ки ҳамзамон ҳамчун ноқили муҳофизатии сифрӣ (НЗП) истифода мегарданд.

Заминваслқунии такрорин ноқили муҳофизатини сифрї

Мувофиқи талаботи ПУЭ, заминваслқунии такрорї дар охири хатҳо (ё шохаҳо) бо дарозии зиёда аз 200 м, инчунин дар нуқтаҳои воридшавї ба биноҳо, ки таҷҳизоти онҳо бояд нейтрал карда шавад, иҷро карда мешавад. Эътимоднокии нейтралқунї асосан аз эътимоднокии ноқили муҳофизатини сифрї вобаста аст. Аз ин сабаб, НЗП бояд бо эҳтиёт насб карда шавад, то ки эҳтимоли шудани он пешгирї гардад; дар НЗП насби выключателҳо, муҳофизакҳо ва дигар дастгоҳҳо, ки метавонанд тамомияти онро халалдор кунанд, қатъиян манъ аст.

Овчаренко А.Г., Раско С.Л. Бехатарии барқ ҳангоми истифодаи иншооти электрикї. Дастури таълимї. Донишгоҳи техникӣ давлатии Олтой ВТИ, Бийск, 2008. - 111 саҳифа.

Заминваслкунии такрории ноқили муҳофизатии сифрӣ

Пайвасти НЗП байни худ бояд тамоси боэътимод дошта бошад ва одатан бо кафшер ичро карда мешавад. Пайвасти намудани ноқилҳои муҳофизатии сифрӣ ба қисмҳои таҷҳизоте, ки бояд нейтрал карда шаванд, бо кафшер ё пайвасти болтӣ амалӣ мегардад ва бояд барои санҷиш дастрас бошад. НЗП-и кушода бояд бо ранги фарқкунанда ишора карда шавад (заминаи сабз бо хатҳои зард).

Муҳофизати хомӯшкунӣ (защитное отключение)

Муҳофизати хомӯшкунӣ — ин як намуди муҳофизати зудтаъсир мебошад, ки хомӯшшавии автомати дастгоҳи барқиро ҳангоми пайдо шудани хатари зарбаи барқ таъмин мекунад. Чунин хатар метавонад, масалан, ҳангоми расиши фаза ба корпус, паст шудани муқовимати изолятсия аз меъёри муайян ё ҳангоми тамоси мустақими инсон бо қисми зери шиддат ба вучуд ояд. Дар ҳамаи ин ҳолатҳо хатар аз шиддати ламс вобаста аст $U_{пр}$, ки бо ифодаи $U_{пр} = I_h \cdot R_h$ муайян мешавад, ки дар он R_h — муқовимати бадани инсон мебошад.

Муҳофизати хомӯшкунӣ (защитное отключение)

Агар Упр (ё чараёни Ih) аз қимати иҷозатдодашуда зиёд гардад, хавфи зарар дидани инсон ба вуҷуд меояд. Аз ин рӯ, таъмини беҳатарии барқӣ бо роҳи маҳдуд намудани вақти таъсири чараёни хатарнок амалӣ мегардад, яъне бо зуд канда шудани занҷири чараён аз бадани инсон. Ин намуди муҳофизат тавассути дастгоҳи махсус — дастгоҳи хомӯшкунӣ муҳофизатӣ (УЗО) иҷро карда мешавад.

Муҳофизати хомӯшкунӣ (защитное отключение)

Соҳаи истифодаи дастгоҳҳои хомӯшкунии муҳофизатӣ (УЗО) амалан маҳдуд нест, аммо бештар дар шабакаҳои барқии то 1000 В бо нейтралӣ заминваслшуда ё оқшуда истифода мешаванд. Принсипи кори УЗО дар он аст, ки он пайвасти сигнали воридшавандаро назорат карда, онро бо қимати пешакӣ муайяншуда (уставка) муқоиса мекунад. Агар сигнал аз ин қимат зиёд шавад, дастгоҳ фаъол гардида, таҷҳизоти муҳофизатшавандаро аз шабака ҷудо менамояд.

Муҳофизати хомӯшкунӣ (защитное отключение)

Ҳамчун сигналҳои воридшаванда параметрҳои гуногуни шабакаи барқ истифода мешаванд, ки ҳангоми ба занҷири барқ дохил шудани инсон тағйир ёфта, дар бораи хатари зарбаи барқ маълумот медиҳанд.

Аз рӯи намуди сигнали воридшаванда, УЗО ба гурӯҳҳои зерин ҷудо мешаванд:

- ба шиддати корпус нисбат ба замин ҳискунанда;
- ба ҷараёни расиш ба замин ҳискунанда;
- ба ҷараёни пайдарпаии сифрӣ ҳискунанда;

Муҳофизати хомӯшкунӣ (защитное отключение)

- ба чараёни оперативӣ ҳискунанда;
- ба чараёне, ки ба чараёни кории таҷҳизот илова мешавад;
- ба сигнали якҷоя (комбинатсионӣ), ки якчанд параметрҳоро дар бар мегирад.

Хулосаи лексия

Дар лексия масъалаҳои асосии беҳатарии барқӣ, аз ҷумла заминваслкунӣ, нейтралкунӣ (зануление) ва муҳофизати хомӯшкунӣ баррасӣ гардиданд. Нишон дода шуд, ки нейтралкунӣ яке аз усулҳои муҳими ҳифзи инсон аз зарбаи барқ буда, тавассути ба вуҷуд овардани кӯтоҳпайваст ва фаъол кардани дастгоҳҳои муҳофизатӣ амал мекунад. Ҳамчунин, аҳамияти заминваслкунии такрорӣ барои баланд бардоштани беҳатарӣ ва кам кардани шиддати хатарнок таъкид гардид. Дар баробари ин, дастгоҳҳои хомӯшкунии муҳофизатӣ (УЗО) ҳамчун воситаи иловагии муҳофизат баррасӣ шуда, принсипи кори онҳо, параметрҳо ва талаботи асосиашон шарҳ дода шуданд. Дар маҷмӯъ, риояи талаботи техникӣ ва истифодаи дурусти ҳамаи ин чораҳо кафолати беҳатарии системаҳои барқӣ мебошад. Инчунин дар лексия системаҳои заминваслкунии нейтрал, аз ҷумла TN ва IT, тавсиф карда шуданд. Нақши ноқили муҳофизатии сифрӣ (PE) дар таъмини беҳатарии таҷҳизот ва инсон шарҳ дода шуд. Қайд гардид, ки эътимоднокии система аз дуруст насб ва пайвасткунии ноқилҳо вобаста аст.

1. Шкрабак, В. С., и А. В. Луковников. *Бехатарии ҳаёт дар истеҳсолоти кишоварзӣ*. Москва: КолосС, 2004.
2. Абдуллозода, Р. Т., и Б. Т. Абдуллоев. *Асосҳои бехатарии электрикӣ: дастури методӣ барои машғулиятҳои озмоишӣ. Қисми 1*. Душанбе: ДТТ ба номи академик М. С. Осимӣ, 2021.
3. Абдуллозода, Р. Т., Д. Д. Давлатшоев, Ш. С. Саъдуллозода, Ч. Б. Раҳимов, И. Т. Абдуллоев, А. И. Сидоров, И. С. Окраинская, и Н. В. Глотова. *Асосҳои бехатарии электрикӣ: тарҷума аз забони русӣ*. Душанбе: ЧДММ «Истиқлол-2019», 2019.
4. Овчаренко, А. Г., и С. Л. Раско. *Бехатарии барқ ҳангоми истифодаи иншооти электрикӣ: дастури таълимӣ*. Бийск: Алтайский государственный технический университет (БТИ), 2008.
5. Монахов, А. Ф. *Тадбирҳои бехатарии электрикӣ дар иншооти электрикӣ: китоби дарсӣ барои курсҳои тақмили ихтисос ва донишҷӯёни ихтисоси муҳандисии электрикӣ*. 2008.



ТАШАККУР!