

Course name: Electrical Safety for Electrical Engineers.

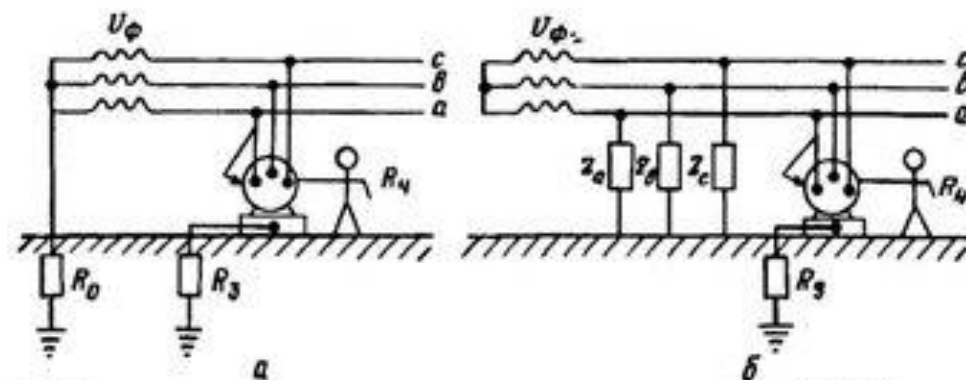
Week 8. Protective Neutral Bonding

Abdulloev Bakhtiyor Tolibjonovich

Номи курс: Бехатарии электрикӣ барои муҳандис электрикҳо:
Ҳафтаи 8.

**Системаи функционалии заминвасл
(Защитное нейтральное соединение)**

Муҳофизати нейтралӣ (зануление) — ин мафҳумест, ки ба чораҳои таъмини бехатарии барқӣ дар дастгоҳҳои барқӣ алоқаманд мебошад. Он ба усулҳои хифз аз осеб дидани инсон аз ҷараёни барқ ҳангоми тамоси ғайримустақим бо қисмҳои ҷараёнгузари дастгоҳҳои барқӣ тааллуқ дорад. Ин усул тавассути пайваст намудани қисмҳои металли ғайриҷараёнбари таҷҳизот ба нейтралӣ саҳт заминваслшуда амалӣ мегардад, ки дар ҳолати вайроншавии изолятсия боиси ба вуҷуд омадани ҷараёни расиши кутоҳ шуда, дастгоҳҳои муҳофизатиро ба кор мебарорад. Дар натиҷа, таъминоти барқ фавран қатъ гардида, хатари зарбаи барқ ба инсон ба таври назаррас кам карда мешавад.



Расми 1. **а** — схема бе заминваслкунӣ иловагӣ (такрорӣ),
қисми **б** — схема бо заминваслкунӣ такрорӣ, ки бехатариро зиёд мекунад.

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

Заминваслкунӣ муҳофизатӣ — пайвасткунӣ барқии мақсадноки қисмҳои металли ғайриҷараёнбари таҷҳизот бо замин ё муодили он мебошад, ки метавонанд дар натиҷаи расиш ба корпус, таъсири индуктивӣ қисмҳои ҳамсоия ҷараёнгузар, интиқоли потенциал, разряди барқ (раъду барқ) ва ғайра зерӣ шиддат қарор гиранд.

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.

Принсипи кори нейтралкунии муҳофизатӣ (зануление)

Ҳангоми расиши ноқили фаза ба танай нейтралшудаи қабулқунандаи барқ, занҷири ҷараёни расиши кутоҳи якфаза (пайвастшавӣ байни ноқили фаза ва ноқили муҳофизатии сифрӣ) ба вуҷуд меояд. Ҷараёни расиши кутоҳ боиси фаъл шудани муҳофизати максималии ҷараён гардида, дар натиҷа дастгоҳи осебдида аз шабакаи барқ ҷудо карда мешавад. Пеш аз фаъл шудани муҳофизат, шиддати танай осебдида нисбат ба замин паст мешавад, ки ин аз ҳисоби таъсири муҳофизатии заминваслқунии тақрорӣ ноқили муҳофизатии сифрӣ ва аз нав тақсим шудани шиддатҳо дар шабака ҳангоми ҷараёни 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.

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

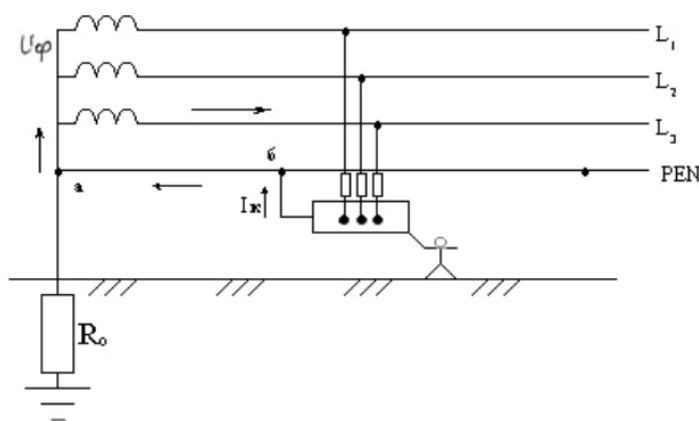
Барои баланд бардоштани сатҳи бехатарии барқӣ метавон аз чораҳои иловагӣ истифода бурд:

- **Дастгоҳҳои хомӯшқунии муҳофизатӣ (УЗО)** — қатъи автоматии таҷҳизоти барқиро ҳангоми пайдо шудани хатари зарбаи барқ таъмин мекунанд;
- **Баробарқунии потенциалҳо** — дар ҳолатҳои истифода мешавад, ки бехатарӣ аз шиддати ламс ва қадам танҳо бо заминваслқунӣ ва нейтралқунӣ таъмин карда намешавад;
- **Изолятсияи қисмҳои зери шиддат** — яке аз чораҳои маъмул ва самаранокӣ таъмини бехатарии барқӣ мебошад.

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 заминваслкунӣ, ноқилҳои муҳофизатӣ ва дигар чораҳои таъмини бехатарии барқӣ танзим менамоянд.

Барои пайваст намудани қисмҳои кушодаи гузаронандаи қабулкунандаи барқ бо нуқтаи нейтралӣ саҳт заминваслшудаи манбаъ, ноқили муҳофизатии сифрӣ истифода бурда мешавад. Ноқили муҳофизатии сифрӣ (РЕ — ноқил дар системаи TN-S) — ин ноқилест, ки қисмҳои нейтралшавандаро (қисмҳои кушодаи гузаронанда)-ро бо нуқтаи нейтралӣ саҳт заминваслшудаи манбаи ҷараёни сефаза, ё бо баромади заминваслшудаи манбаи ҷараёни якфаза, ё бо нуқтаи миёнаи заминваслшудаи манбаъ дар шабакаҳои ҷараёни доимӣ пайваст мекунад. Нейтралкунӣ (зануление) барои таъмин намудани ҳифз аз зарбаи барқ ҳангоми тамоси ғайримустақим зарур мебошад, зеро он шиддати корпусро нисбат ба замин паст намуда, инчунин ҷудошавии зудтари дастгоҳи барқиро аз шабака таъмин мекунад. Нейтралкунии муҳофизатӣ — ин пайвасткунии мақсадноки қисмҳои кушодаи гузаронандаи таҷҳизоти барқӣ бо нейтралӣ саҳт заминваслшудаи трансформатор ё генератор мебошад, ки бо мақсади таъмини бехатарии барқӣ иҷро карда мешавад. Нейтралкунӣ яке аз чораҳои асосии муҳофизат аз расиш ба корпус дар шабакаҳои барқии то 1000 В бо нейтралӣ саҳт заминваслшуда ба ҳисоб меравад.

Принсипи кори нейтралкунӣ дар он аст, ки ҳангоми расиш ба корпус, ин ҳолат ба расиши қутоҳи фаза тавассути корпус ва ноқили сифрӣ таъдил меёбад, ки дар натиҷа дастгоҳҳои муҳофизатӣ фаъол шуда, таҷҳизотро аз шабака ҷудо мекунад.



Расми 2. Нақшаи нейтралкунӣ (зануление)

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

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

Агар муқовимати занҷир

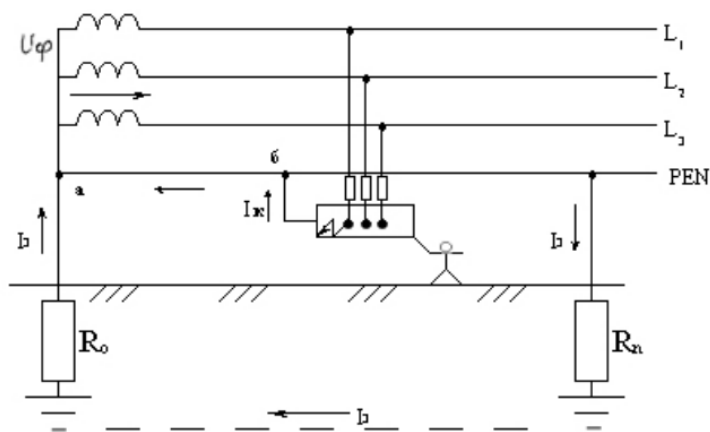
$Z_T/3 + Z_\phi + Z_{PEN} = 0,2$ Ом бошад (дар шабакаҳои 380/220 В одатан камтар аст), пас чараёни расиши кутоҳ чунин ҳисоб карда мешавад:

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

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: $I_k \geq 3 I_{пл.в.}$; $I_{пл.в.} \approx 40-250$ А). Шиддат дар корпус нисбат ба замин U_z , мисли тамоми қитъаи пас аз нуқтаи «б», бо ифодаи $U_z = U_k = I_k \cdot Z_{PEN}$ 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_z 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 нейтралкунӣ (зануление) заминваслкунии такрорӣ ноқили муҳофизатии сифрӣ мебошад, ки тавассути муқовимати R_p амалӣ карда мешавад (расми 3).



Расми 3. Заминваслкунии такрории ноқили муҳофизатии сифрӣ (НЗП)

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 I_k , инчунин чараёни I_3 дар замин ҷорӣ мегардад, ки занҷири он тавассути муқовиматҳои R_0 ва R_n (муқовиматҳои заминваслкунии такрории НЗП) ташкил мешавад. Дар ин сурат, ифода барои чараёни I_3 чунин навишта мешавад:

$$I_3 = \frac{U_k}{R_0 + R_n} = \frac{U_{a,b}}{R_0 + R_n} \quad (3)$$

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

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

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

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

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

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 кории сифрии хатҳои ҳавоӣ дучор мешаванд, ки ҳамзамон ҳамчун ноқили муҳофизатии сифрӣ (НЗП) истифода мегарданд. Мувофиқи талаботи ПУЭ, заминваслкунии такрорӣ дар охири хатҳо (ё шохаҳо) бо дарозии зиёда аз 200 м, инчунин дар нуқтаҳои воридшавӣ ба биноҳо, ки таҷҳизоти онҳо бояд нейтрал карда шавад, иҷро карда мешавад. Эътимоднокии нейтралкунӣ асосан аз эътимоднокии ноқили муҳофизатии сифрӣ вобаста аст. Аз ин сабаб, НЗП бояд бо эҳтиёт насб карда шавад, то ки эҳтимоли шудани он пешгирӣ гардад; дар НЗП насби выключателҳо, муҳофизакҳо ва дигар дастгоҳҳои, ки метавонанд тамомияти онро халалдор кунанд, қатъиян манъ аст. Пайвасти НЗП байни худ бояд тамоси боэътимод дошта бошад ва одатан бо кафшер иҷро 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. Агар $U_{пр}$ (ё чараёни I_h) аз қимати иҷозатдодашуда зиёд гардад, хавфи зарар дидани инсон ба вучуд меояд. Аз ин рӯ, таъмини беҳатарии барқӣ бо роҳи маҳдуд намудани вақти таъсири

чараёни хатарнок амалӣ мегардад, яъне бо зуд канда шудани занчири чараён аз бадани инсон. Ин намуди муҳофизат тавассути дастгоҳи махсус — дастгоҳи хомӯшкунии муҳофизатӣ (УЗО) иҷро карда мешавад.

Соҳаи истифодаи дастгоҳҳои хомӯшкунии муҳофизатӣ (УЗО) амалан маҳдуд нест, аммо бештар дар шабакаҳои барқии то 1000 В бо нейтралӣ заминваслшуда ё оикшуда истифода мешаванд. Принципи 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. Ҳамчун сигналҳои воридшаванда параметрҳои гуногуни шабакаи барқ истифода мешаванд, ки ҳангоми ба занчири 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 чараёни расиш ба замин ҳискунанда;
- ба чараёни пайдарпаии сифрӣ ҳискунанда;
- 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 бехатарии барқӣ, аз ҷумла заминваслқунӣ, нейтралқунӣ (зануление) ва муҳофизати хомӯшқунӣ баррасӣ гардиданд. Нишон дода шуд, ки нейтралқунӣ яке аз усулҳои муҳими ҳифзи инсон аз зарбаи барқ буда, тавассути ба вуҷуд овардани кӯтоҳпайваст ва фаъол кардани дастгоҳҳои муҳофизатӣ амал мекунад. Ҳамчунин, аҳамияти заминваслқунии такрорӣ барои баланд бардоштани бехатарӣ ва кам кардани шиддати хатарнок таъкид гардид. Дар баробари ин, дастгоҳҳои хомӯшқунии 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 бехатарии системаҳои барқӣ мебошад. Инчунин дар лексия системаҳои заминваслқунии нейтрал, аз ҷумла TN ва IT, тавсиф карда шуданд. Нақши ноқили муҳофизатии сифрӣ (PE) дар таъмини бехатарии таҷҳизот ва инсон шарҳ дода шуд. Қайд гардид, ки эътимоднокии система аз дуруст насб ва пайвастқунии ноқилҳо вобаста аст.

Адабиёт

1. Шкрабак В.С., Луковников А.В. Бехатарии ҳаёт дар истеҳсолоти кишоварзӣ. Москва: КолосС, 2004.
2. Р.Т. Абдуллозода, Б.Т. Абдуллоев
Асосҳои бехатарии электрикӣ: дастури методӣ барои машғулиятҳои озмоишӣ, Қисми 1. – ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, 2021. – 89 с.
3. АСОСҲОИ БЕХАТАРИИ ЭЛЕКТРИКӢ, Р.Т. Абдуллозода, н.и.т., дотсент Д.Д. Давлатшоев, н.и.т. Ш.С. Саъдуллозода, н.и.т. Ҷ.Б. Раҳимов, И.Т. Абдуллоев Сидоров, А.И., Украинская, И.С., Глотова, Н.В. Асосҳои бехатарии электрикӣ: Тарҷума аз забони русӣ. – Душанбе: ҶДММ “Истиқлол-2019”, 2019. – 48 с.
4. Овчаренко А.Г., Раско С.Л. Бехатарии барқ ҳангоми истифодаи иншооти электрикӣ. Дастури таълимӣ. Донишгоҳи техникии давлатии Олтой ВТИ, Бийск, 2008. - 111 саҳифа.
5. Монахов А.Ф. Тадбирҳои бехатарии электрикӣ дар иншооти электрикӣ: Китоби дарсӣ барои курсҳои тақмили ихтисос ва барои истифода аз ҷониби донишҷӯёни ихтисоси муҳандисии электрикӣ дар донишгоҳҳо пешбинӣ шудааст. Нашр шудааст соли 2008. – 152 саҳифа.