

5. МОНТАЖ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

5.1. Призначення та класифікація станцій керування, щитів і пультів керування

Засоби автоматизації призначені для контролю параметрів та керування різноманітних технологічних процесів сільськогосподарського виробництва та систем електропостачання [26, 32, 35, 60, 68].

За призначенням їх розподіляють на декілька груп:

диспетчерські;

керування;

релейного захисту і автоматики;

сигналізації;

розподілу постійного та змінного струму.

За параметрами: засоби виміру, контролю й регулювання температури, тиску, розрядження, перепаду тиску; використання та кількості газів та рідин; засоби для визначення складу і властивостей газів, рідин, твердих та сипких матеріалів; для виміру та дозування мас.

5.2. Технологія монтажу засобів автоматизації, захисту і сигналізації

5.2.1. Монтаж засобів автоматизації

Монтаж виконують у дві стадії:

- виконують план траси, встановлюють опорні конструкції для проводів, щитів, приладів;
- виконують прокладку електропроводки, встановлюють і підключають щити, прилади, виконують індивідуальні випробування систем.

Перед початком монтажних робіт необхідно вивчити конкретні електричні схеми. Під час вивчення креслень потрібно пам'ятати, що крім електричних схем в системах автоматизації застосовують механічні, пневматичні, гідравлічні та оптичні елементи та пристрої, які мають свої умовні позначення і можуть бути об'єднані на робочих кресленнях з електричними.

Електрична проводка в щитах виконується із застосуванням проводу з мідними жилами. Ця електрична проводка прокладається відкрито джгутами або в пластмасових коробах. У випадку прокладання проводів відкритими джгутами потрібно дотримуватися наступних умов:

- проводи в джгутах не повинні бути переплетені між собою. Джгути повинні бути скріплені та прикріплені до несучих конструкцій бандажами із полівінілхлоридної стрічки за ТУ 36.1446-75 з кнопками згідно з ГОСТ 17663-72. Крок установки бандажів не більше 200 мм;
- джгути проводів потрібно прокладати по найкоротшому шляху з мінімальним числом вигинів та перетинів і вони не повинні закривати доступ до контактних і кріпильних виробів та ускладнювати їх ревізію або демонтаж;
- джгути слід прокладати паралельно, а відгалуження виконувати під прямим кутом;
- джгути проводів повинні кріпитися до уніфікованих елементів з кроком на прямих ділянках не менше 300 мм і на відстані 50–55 мм до і після повороту;
- при переході джгута з нерухомої частини щита до рухомої (рама, дверцята) джгут повинен мати компенсатор, котрий працює на кручення;
- проводи, які відносяться до одного приладу або проходять поряд, необхідно об'єднувати в один потік;
- проводи до прокладки повинні бути випрямлені і протерті ганчіркою, котра просочена стеарином або парафіном;
- прокладка повинна бути горизонтальною або вертикальною (відхилення 6 мм на 1 м ділянки потоку);
- маркування (написи) слід виконувати на вертикальних проводах, які розташовані ліворуч панелі, зверху до низу, а праворуч – знизу до верху.

Короби для прокладки проводів, поліетиленових і полівінілхлоридних труб встановлюють тільки вертикально або горизонтально в місцях, доступних для огляду. Відстань від стінки короба до контактних затискачів приладів і апаратів

повинна бути не менше 40 мм. Коефіцієнт заповнення короба не повинен перевищувати 0,45.

Кінці проводів в трубах повинні мати запас по довжині, необхідній для подвійного підключення до приладів.

Під один гвинт затискача дозволяється підключення двох провідників.

Опір ізоляції окремих кіл повинен бути не менше 10 МОм за температури 20°C.

Забороняється вигинати проводи та жили кабеля плоскогубцями, з'єднувати мідні та алюмінієві проводи під один гвинт.

5.2.2. Монтаж засобів захисту

Пристрій захисту асинхронних електродвигунів УБЗ-301 (рисунок 5.1) призначений для постійного контролю параметрів напруги мережі і діючих значень фазних і лінійних струмів трифазного електроустаткування 380 В, 50 Гц, в першу чергу асинхронних електродвигунів, зокрема і в мережах з ізолюваною нейтраллю.

Пристрої захисту встановлюються в приміщеннях, що не містять вибухонебезпечних газів і пари, струмопровідного або вибухонебезпечного пилю, а також в місцях, захищених від попадання бризок води, крапель масла і додаткового нагріву від сторонніх джерел тепла. Перед монтажем вимикача необхідно переконатися, що технічні дані вимикача і його додаткових складових одиниць відповідають замовленню. Монтаж вимикачів проводиться за відсутності напруги в головному колі і в колах додаткових складових одиниць. Кріплення вимикача на DIN-рейку виконується за допомогою спеціального фіксатора. Монтаж необхідно виконувати за допомогою спеціальної сполучної (монтажної) шини або підготовлених проводів і кабелів. Переконавшись в тому, що монтаж виконаний правильно, вимикач можна вмикати. Під час монтажу подача напруги забороняється!

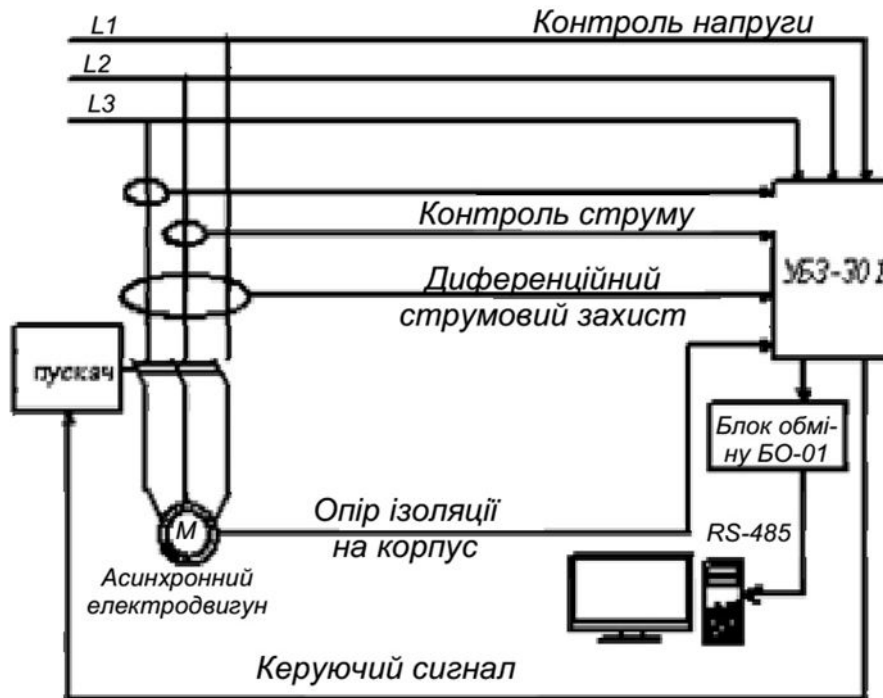


Рисунок 5.1 – Схема функціональна пристрою захисту асинхронних електродвигунів серії УБЗ-301

5.2.3. Монтаж засобів сигналізації

Принципові схеми сигналізації за *призначенням* розділені на наступні групи:

- схеми сигналізації положення (стану) – для інформації про стан технологічного устаткування (“Відкрито” – “Закрито”, “Включено” – “Відключено” та ін.);
- схеми технологічної сигналізації, що дають інформацію про стан таких технологічних параметрів, як температура, тиск, витрата, рівень, концентрація та ін.;
- схеми командної сигналізації, що дозволяють передавати різні команди з одного пункту управління в інший за допомогою світлових або звукових сигналів.

За *принципом дії* розрізняють:

- схеми сигналізації з індивідуальним зніманням звукового сигналу, що відрізняються достатньою простотою і наявністю для кожного сигналу індивідуального ключа, кнопки або іншого комутаційного апарату, що дозволяє відключати звуковий сигнал;

струмопровідних частин на висоті 2,2 м від підлоги ширина проходу повинна бути не менше 0,8 м, в окремих місцях до 0,6 м [53].

Відстань між найбільш виступаючими відкритими струмопровідними частинами, котрі розташовані з одного боку проходу, повинна бути не менше 1,0 м за напруги до 500 В і довжині щита до 7 м; 1,2 м за напруги до 500 В і довжині щита більш 7 м; 1,5 м за напруги 500 В і більше. Відстань між найбільш виступаючими відкритими струмопровідними частинами, котрі розташовані з двох боків проходу, повинна бути не менше 1,5 м за напруги до 500 В; 2 м за напруги 500 В і більше. Відкриті струмопровідні частини, котрі знаходяться на відстані, меншій вказаних, необхідно загороджувати.

На монтажну відмітку шафи і щити керування підіймають і встановлюють за допомогою вантажопідіймальних машин та механізмів. Шафи та щити ретельно доглядають, перевіряють комплектність деталей, впевнюються у відсутності полумок, тріщин та інших механічних ушкоджень. Щити та шафи встановлюють по рівню горизонтально на спеціальні сталеві опорні рами, котрі виготовляють із швелерів, і кріплять до бетонного або цегляного фундаменту. Вертикальне положення шаф та щитів визначають за допомогою відкосу з допуском до 1°. Кріплення їх до сталевих конструкцій, фундаментів, між собою повинно бути тільки роз'ємним.

Малогабаритні шафи навісної конструкції встановлюють на капітальних стінах або колонах. Для їх монтажу розмічають місця установки анкерних болтів. Отвори під них в цегляних стінах просвердлюють або пробивають на глибину, котра відповідає 8–10 діаметрам анкерного болта.

Висота встановлення шаф від підлоги повинна бути такою, щоб на горизонтальній осі розташовувались прилади:

- показуючі прилади та сигнальна апаратура – 800–2100 мм;
- самописні прилади – 1000–1600 мм;
- органи керування (перемикачі, кнопки) – 700–1600 мм.

Площа перерізу жил проводів і кабелів приймають відповідно до сили струму, але не менше для мідних – 1 мм², алюмінієвих – 2,5 мм².

Вводи в шафи виконують, як правило, знизу через підлогу або зверху залежно від місця підходу зовнішньої проводки. Проводи, що вводять у шафи, закріплюють на опорній основі біля шаф на відстані не більше 1 м. Вводи можуть бути як відкритими, так і закритими, залежно від умов навколишнього середовища і виду прокладки.

Шафи та пульти, до яких підведена напруга вище 42 В, заземлюють. При живленні їх від мереж з глухозаземленою нейтраллю однофазною напругою в якості заземлювальних провідників можуть бути використані окремі мідні і алюмінієві жили проводів і кабелів, сталіні заземлювальні провідники, сталіні труби електропроводок, алюмінієві оболонки кабелів. Використання нульових проводів в цих випадках забороняється.

При трифазному живленні в якості заземлювальних провідників можуть бути використані також нульові жили проводів та кабелів.

5.4. Виконання електропроводок всередині шаф та щитків керування

В пристроях напругою до 1000 В монтаж кіл вторинної комутації виконують наступними способами:

- пучками, які вільно висять на струнах без кріплення до панелі;
- на лотках, профілях, коробах;
- прямо.

До монтажу вторинних кіл приступають після установки всього обладнання та апаратів, нанесення маркування згідно із схемою і перевірки жил на відсутність обриву.

Згідно з вимогами Правил будови електроустановок [59] за вимогами механічної тривкості необхідно застосовувати проводи:

- для контрольних кабелів з приєднанням під гвинт до затискачів (панелі) колодок і апаратів: з мідними жилами – $1,5 \text{ мм}^2$; з алюмінієвими жилами – $2,5 \text{ мм}^2$;
- для кіл з робочою напругою до 60 В переріз мідних жил кабелів, які приєднують паянням, повинен бути не менше $0,5 \text{ мм}^2$;

- схеми з центральним (загальним) зніманням звукового сигналу без повторності дії, оснащені єдиним пристроєм, за допомогою якого можна відключати звуковий сигнал, зберігаючи індивідуальний світловий сигнал;
- схеми з центральним зніманням звукового сигналу з повторністю дії, що вигідно відрізняються від попередніх схем здатністю повторно подавати звуковий сигнал при спрацьовуванні будь-якого датчика сигналізації незалежно від стану решти датчиків.

За родом струму розрізняють схеми на постійному і змінному струмі. У практиці розробки систем автоматизації технологічних процесів використовуються різні схеми сигналізації, що відрізняються як за структурою, так і за способом побудови окремих вузлів. Вибір найбільш раціонального принципу побудови схеми сигналізації визначається конкретними умовами її роботи, а також технічними вимогами, що ставляться до світлосигнальної апаратури і датчиків сигналізації.

Світлосигнальна індикаторна апаратура призначена для індикації наявності напруги електричної мережі, а також робочого стану електротехнічного обладнання.

Монтаж сучасних пристроїв світлової та звукової сигналізації виконується на DIN-рейку (рисунок 2.12), або підготовлені посадочні місця діаметром 22,3 мм (рисунок 2.14) з'єднувальні клеми підготовлені для паяння з послідовним монтажем кола управління.

5.3. Розмітка місць установки апаратури, ревізія електроапаратів

Монтаж шаф та щитів керування виконують в спеціальних диспетчерських або технологічних приміщеннях та в зовнішніх приміщеннях під навісом. В цих приміщеннях до початку монтажу виконують всі будівельні та оздоблювальні роботи з монтажу технологічного обладнання і трубопроводів. При виконанні монтажу шаф (щитів) в технологічних приміщеннях температура зовнішнього повітря повинна бути не менше плюс 5 °С. Шафи розташовують таким чином, щоб було зручно виконувати їхній контроль.

Проходи обслуговування монтажної сторони щитів у більшості випадків є евакуаційними проходами. За відсутності з обох боків проходу відкритих

- для кіл з робочою напругою більше 60 В переріз мідних жил кабелів, які приєднують паянням, повинен бути більше 0,5 мм².

Приєднання однодротових жил дозволяється тільки до нерухомих елементів апаратури. Приєднання до рухомих елементів або елементів, на які впливає дія трясіння слід виконувати пучками багатодровових жил. При приєднанні необхідно мати запас дроту для повторного приєднання. З'єднання між виводами апаратів слід виконувати нероз'ємними перемичками. Для монтажу проводів в пучку виконують бандажну в'язку, яку закріплюють на ділянках через 15...20 мм. До панелей контрольні кабелі рекомендовано підводити знизу.

5.5. Маркування проводів та кабелів

Проводи та жили в місцях підключення до набірних затискачів виводів приладів та апаратів, а також самі затискачі повинні мати маркування згідно з проектом. Для маркування жил системою “Графопласт” [28, 31, 47] застосовують уніфіковані маркувальні елементи, які дозволяють проводити нумерацію кабелів як у великих, так і в маленьких серіях, що дає велику економію місця при складанні (рисунок 2.11). Знаки залишаються нерухомими і не ушкоджуються, оскільки вони захищені шаром прозорого пластика, який захищає їх від шкідливої дії масел, пилу і від хімічних і атмосферних впливів. Символіка, складена з одного або більше елементів, повністю набирається безпосередньо на язичок спеціального інструменту, з якого вона потім вводиться в порожнину трубочки для маркування. Після введення маркувальних елементів у верхню порожнину трубочки, проводиться легке натиснення великим пальцем лівої руки на кінець трубочки з тим, щоб витягнути язичок з порожнини трубочки.

5.6. Застосування пристроїв захисного відключення у системах заземлення нейтралі TN-C, TN-C-S, ITTT, TN-S

5.6.1. Призначення, класифікація

Пристрої захисного відключення (ПЗВ) призначені для швидкодіючого захисту електроустановки при виникненні однофазного, трифазного витоку струму на землю [12, 53, 60]. *За технічним виконанням ПЗВ класифікують:*

- за призначенням:
- за способом управління;
- за кількістю полюсів і струмових шляхів;
- за умовою регулювання диференційного струму відключення;
- за умовами функціонування при наявності постійного струму;
- за наявністю затримки у часі;
- за способом захисту від зовнішніх впливів;
- за способом монтажу:
 - ПЗВ поверхневого монтажу;
 - ПЗВ вбудованого монтажу;
 - ПЗВ панельно-щитового монтажу.
- за характеристикою миттєвого спрацювання:
 - типу В;
 - типу С;
 - типу D.

5.6.2. Застосування пристроїв захисного відключення

5.6.2.1 Вибір перерізу провідників

Однофазні, двоі трипровідні лінії, а також трифазні чотириі п'ятипровідні лінії, від яких живляться однофазні споживачі, повинні мати переріз нульових робочих N-провідників, рівний перерізу фазних провідників.

Трифазні чотириі п'ятипровідні лінії, від яких отримують живлення споживачі, повинні мати переріз нульових робочих N-провідників, рівний перерізу фазних провідників до 16 мм² за міддю та 25 мм² за алюмінієм, у випадку більших перерізів – не менше 50% фазних провідників.

Переріз PEN-провідників повинен бути не менше перерізу N-провідників і не менше 10 мм² за міддю і 16 мм² за алюмінієм незалежно від перерізу фазних провідників.

Переріз РЕ-провідників повинен бути рівний перерізу фазних провідників до 16 мм^2 і 16 мм^2 – при перерізі фазних провідників від 16 до 35 мм^2 і 50% перерізу фазних провідників при більших перерізах.

Переріз РЕ-провідників, які не входять до складу кабелів, повинен бути не менше $2,5 \text{ мм}^2$ за наявності механічного захисту і 4 мм^2 – за його відсутності.

5.6.2.2 Система TN-S

В системі TN-S (рисунок 5.2) усі відкриті струмопровідні частини електроустановки будівлі з'єднані окремим нульовим захисним провідником РЕ безпосередньо із заземлювальним пристроєм джерела живлення. У випадку виконання монтажу згідно з Правилами [12, 53] рекомендують застосовувати для захисного провідника РЕ провід у жовто-зеленій смугастій ізоляції.

Режим TN-S найбільше забезпечує умови електробезпеки під час експлуатації електроустановок і найбільш сприятливий для надійного функціонування ПЗВ.

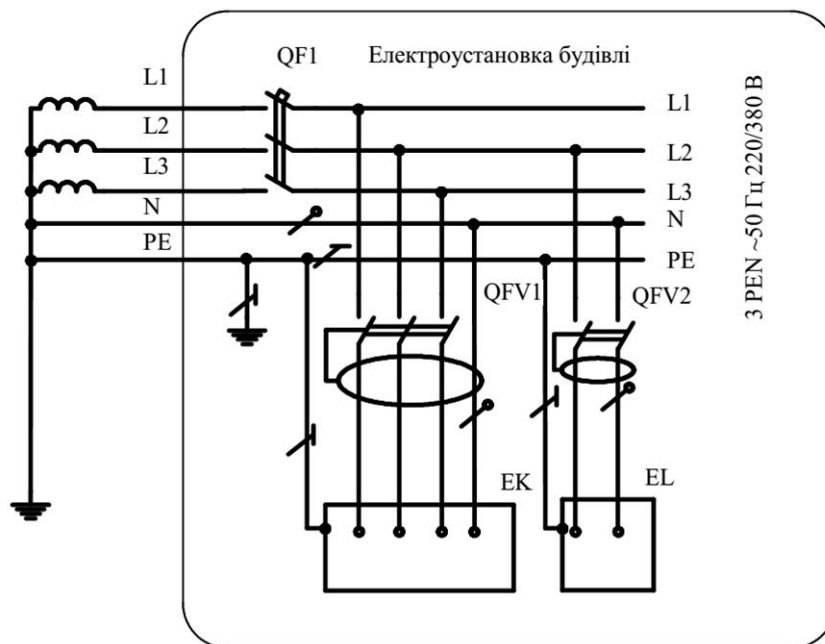


Рисунок 5.2 – Застосування ПЗВ в системі TN-S

5.6.2.3 Система TN-C

Для захисту окремих споживачів захисний провідник РЕ повинен бути підключений до PEN-провідника кола живлення до захисно-комутаційного апарату.

У даній електроустановці в системі TN-C (рисунок 5.3) у випадку пробоя ізоляції на корпус електроприймача та незаземленого корпусу, ПЗВ не спрацює,

оскільки немає кола протікання струму витоку – відсутній диференційний струм. В такому випадку на корпусі залишається небезпечний потенціал відносно землі.

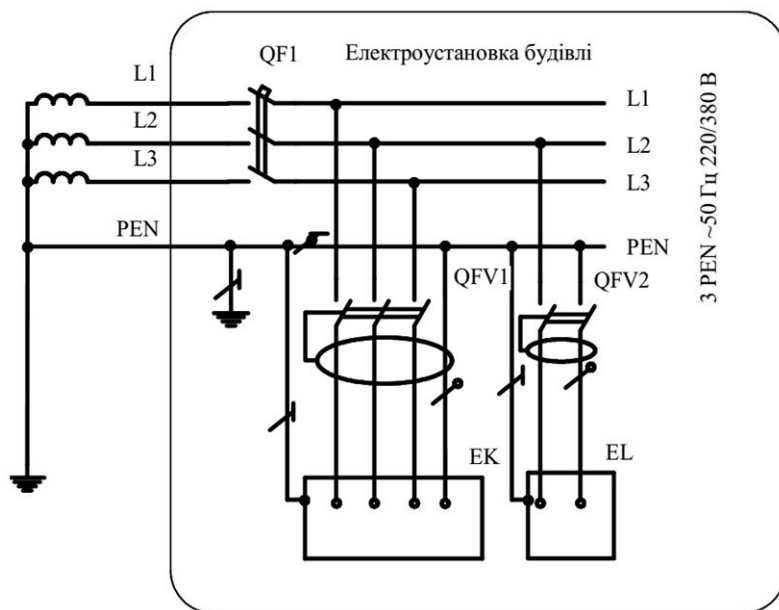


Рисунок 5.3 – Застосування ПЗВ в системі TN-C

У випадку дотику людини до корпусу електроприймача і протіканні крізь її тіло струму на землю, за умови, що він більше диференційного струму спрацювання ПЗВ, пристрій захисту зреагує і відключить електроустановку від мережі.

5.6.2.4 Система TT

У системі TT (рисунок 5.4) застосування ПЗВ можливо для захисту від непрямого дотику тільки в електроустановках, які мають заземлювальні пристрої з малим опором. Гарантоване відключення живлення електроустановки відбувається тільки у випадку виникнення на відкритих частинах електроустановки напруги не більш ніж 50 В.

5.6.2.5 Система IT

В електроустановках системи IT (рисунок 5.5) для захисту за першого замикання на землю повинно бути виконано захисне заземлення у поєднанні з контролем ізоляції мережі або застосовані ПЗВ з номінальним відключаючим диференціальним струмом не більше 30 мА.

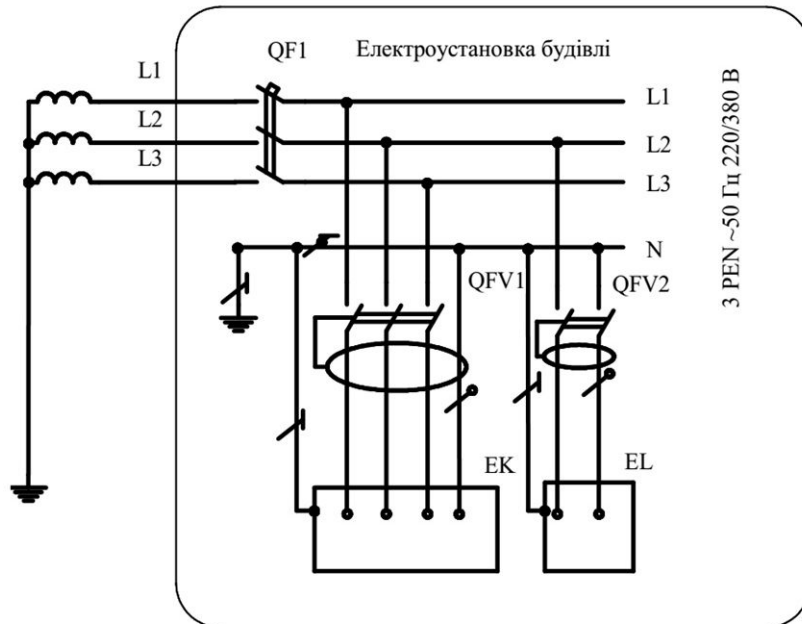


Рисунок 5.4 – Застосування ПЗВ в системі ТТ

В електроустановках системи ІТ пристрої контролю ізоляції подають сигнал при першому замиканні на землю. Якщо до усунення першого замикання відбувається друге замикання на землю, спрацьовує ПЗВ.

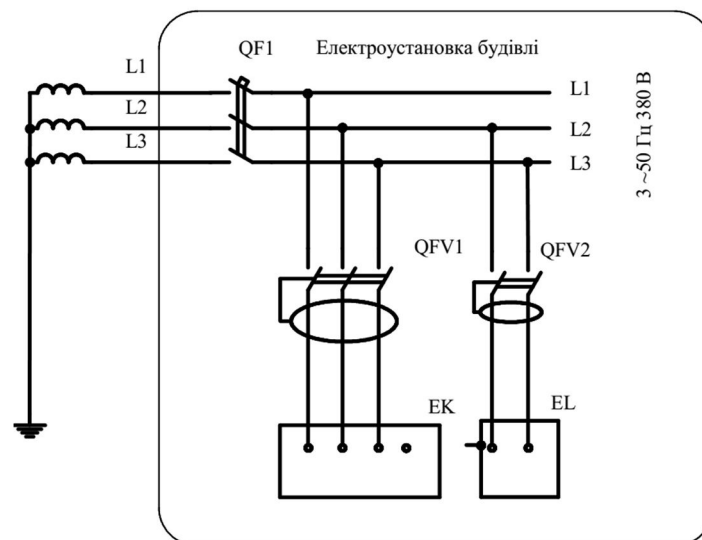


Рисунок 5.5 – Застосування ПЗВ в системі ІТ

5.6.2.6 Система TN-C-S

У системі TN-C-S (рисунок 5.6) провідник PEN розділяється на N і PE-провідники у частині електроустановки. У системі TN-C не повинні застосовуватись пристрої захисту, які реагують на диференційний струм. Для системи TN-C-S застосування ПЗВ, який реагує на диференційний струм витoku, PEN-провідник не повинен використовуватись на стороні навантаження. Приєднання захисного

провідника до PEN-провідника повинно виконуватись на стороні джерела живлення по відношенню до пристрою захисту, який реагує на диференційний струм.

Найбільш перспективною у нашій державі є система TN-C-S, яка дозволяє у комплексі із застосуванням ПЗВ забезпечити високий рівень електробезпеки в електроустановках без їх реконструкції.

Найбільш ефективною схемою, яка забезпечує захист споживачів від ураження електричним струмом є однофазний ввід схеми електропостачання будівлі з системою TN-C-S (рисунок 5.7).

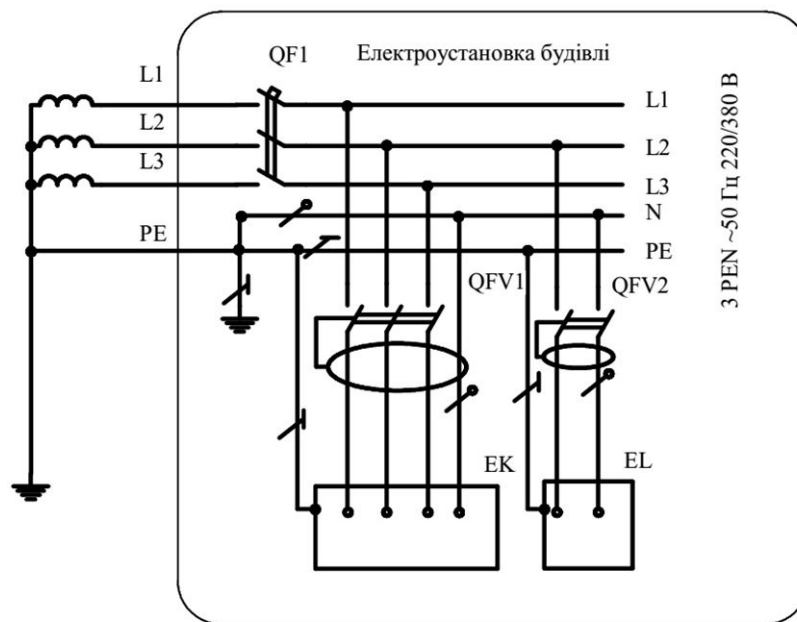


Рисунок 5.6 – Застосування ПЗВ в системі TN-C-S

5.6.3. Монтаж схем підключення ПЗВ

Необхідною умовою нормального функціонування ПЗВ є відсутність у зоні дії ПЗВ будь-яких з'єднань нульового робочого провідника N із заземленими елементами електроустановки і нульовим захисним провідником PE.

Рекомендованою схемою електропостачання будівлі з системою TN-C-S є схема, яка представлена на рисунку 5.7. Схема забезпечує захист усіх групових кіл.

Монтаж ПЗВ необхідно виконувати у наступній послідовності: пристрої диференціального захисту встановлюються в приміщеннях, що не містять вибухонебезпечних або агресивних газів і пари, струмопровідного або вибухонебезпечного пилу, а також в місцях, захищених від попадання бризок води, крапель масла і додаткового нагріву від сторонніх джерел тепла. Перед монтажем ПЗВ необхідно переконатися, що його технічні дані відповідають замовленню.

Монтаж пристрою диференціального захисту проводиться за відсутності напруги в головному колі. Кріплення пристроїв диференціального захисту на DIN-рейку виконується за допомогою спеціального фіксатора. Монтаж необхідно виконувати за допомогою спеціальної сполучної (монтажною) шини або підготовлених проводів і кабелів.

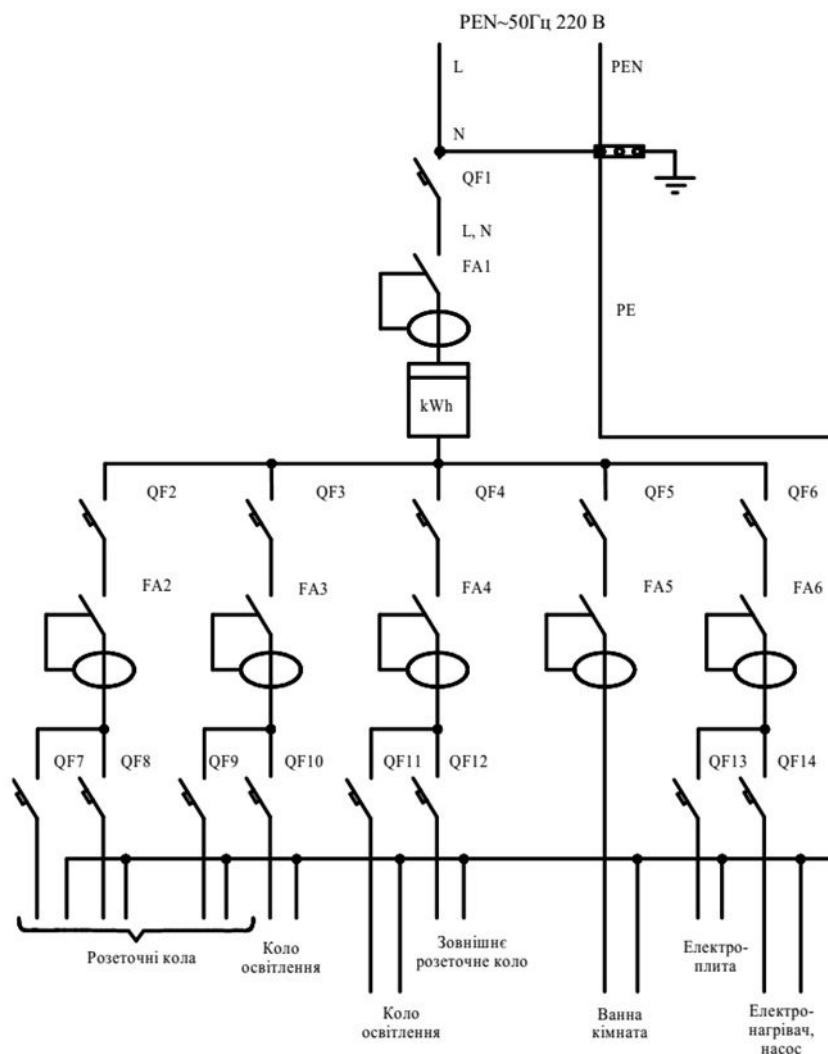


Рисунок 5.7 – Схема електропостачання будівлі з системою TN-C-S