

Автоматичне повторне включення

Викладачі спеціальних дисциплін
Чуфещук К.І., Назаренко Н.В.
ВСП «Дніпровський фаховий коледж
інженерії та педагогіки ДВНЗ УДХТУ»

У публікації розглянуті різні види автоматичного повторного включення, які використовуються на підприємствах та в побуті, представлені схеми найпоширеніших АПВ, для закріплення самостійного здобуття знань студентів.

Поняття АПВ

Більша частина порушень живлення споживачів електроенергії пов'язана з аваріями, спричиненими КЗ в елементах системи електропостачання, носить нестійкий характер. До таких відносяться КЗ, що виникають при торканні струмоведучих частин гризунами, птахами, деревами, перехрещення проводів електричних ліній при вітрі, пробіі проводять містків при забрудненні ізоляції, пробіі зволоженою ізоляції відкритих високовольтних електроустановок при сході сонця, комутаційних або атмосферних перенапруженнях і т.п. Тому істотне підвищення надійності електропостачання може бути забезпечено завдяки локалізації, запобіганню розвитку та ліквідації зазначених аварійних ситуацій. До пристроїв, вирішальним одну із зазначених завдань, відносяться пристрої автоматичного повторного включення (ПАПВ).

Сутність АПВ полягає в тому, що елемент системи електропостачання, відключено під дією засобів релейного захисту, знову вмикається під напругу якщо немає заборони на повторне включення. Якщо причина, що викликала відключення елемента, зникла, то елемент залишається в роботі і споживач продовжує одержувати живлення практично без перерви.

Це рішення на практиці виявилось ефективним заходом, істотно підвищує надійність електропостачання. Згідно зі статистичними даними для

повітряних ліній успішність АПВ при першому включенні становить приблизно 70%, при другому - до 15%. Третє включення, як правило, не має сенсу, так як його успішність не перевищує 1-2%. Успішність дії АПВ шин і трансформаторів також висока і оцінюється величиною 60 ... 75%.

Однак частина КЗ пов'язана із стійкими ушкодженнями, наприклад, металевими з'єднаннями (обрив і падіння проводу на землю, стійке пошкодження ізоляції кабелю при проведенні земляних робіт, руйнування ізолятора і т.д.), які не можуть бути ліквідовані за допомогою АПВ.

Вартість пристрою АПВ мізерно мала в порівнянні із збитками виробництва, що викликаються перервами в електропостачанні. Застосування пристрою АПВ різних елементів системи електропостачання значно підвищує надійність електропостачання навіть при одному джерелі живлення.

Пристроями АПВ повинні обладнуватися повітряні і змішані кабельно-повітряні лінії всіх типів напругою вище 1 кВ за наявності на них відповідних комутаційних апаратів. На кабельних лініях 35 кВ і нижче рекомендується застосовувати ПАПВ з метою виправлення неселективного дії захисту. У системах електропостачання має передбачатися також ПАПВ шин, трансформаторів і відповідальних електродвигунів.

АПВ поділяють за такими основними ознаками:

1. За призначенням - АПВ ліній, трансформаторів, шин, електродвигунів і т.і.
2. За кількістю включень (АПВ одно- і багаторазове).
3. За кількістю фаз (АПВ одно-і трифазне).
4. За часом дії захисту (АПВ з прискоренням і без прискорення дії захисту).
5. Залежно від перевірки синхронізму ліній з двостороннім живленням (АПВ з перевіркою і без перевірки синхронізму).

Автоматичне повторне включення застосовується для повітряних та кабельних ліній, секцій та систем шин, двигунів і одиночних трансформаторів. Однак при застосуванні АПВ трансформаторів у схемі АПВ передбачають

заборону АПВ при внутрішніх пошкодженнях трансформатора, тобто при відключенні трансформаторів під дією газового або диференціального захисту. Найбільш ефективним є застосування АПВ для повітряних ліній високої напруги. Застосування АПВ для кабельних ліній, секцій та систем шин, трансформаторів менш ефективно, оскільки поява нестійких пошкоджень для цих елементів системи електропостачання менш імовірно, ніж для повітряних ліній. Однак і для цих елементів системи електропостачання пристрою АПВ є практично обов'язковими, так як вихід з ладу цих елементів призводить до знеструмлення великої кількості споживачів.

У системах електропостачання промислових підприємств в основному застосовують пристрої АПВ односторонньої дії як найбільш прості і дешеві. Із збільшенням кратності дії АПВ їх ефективність зменшується.

Пуск в дію пристрою АПВ здійснюється різними способами: один з них - релейного захистом при відключенні вимикача пошкодженої ланцюга. Цей спосіб має тим недоліком, що повторне включення відбувається лише за дії релейного захисту. Однак не всі аварійні відключення супроводжуються спрацьовуванням релейного захисту. У зв'язку з цим він використовується в особливих випадках. Від зазначеного недоліку вільний інший спосіб пуску, при якому пристрій АПВ приходить в дію, коли виникає невідповідність положення вимикача і його ключа управління. У цьому випадку АПВ забезпечується при будь-якому відключенні вимикача, в тому числі і при відключенні його з місця встановлення впливом на привід вимикача (сердечник електромагніта відключення або механічний пристрій ручного відключення), крім дистанційного відключення за допомогою ключа управління.

Пристрій АПВ повинні мати мінімально можливий час спрацьовування $t_{АПВ1}$ для того, щоб скоротити тривалість перерви живлення споживачів. Практично можна виконати АПВ чинним без уповільнення. Однак ця

можливість обмежується низкою умов. Для успішної дії АПВ необхідно, щоб час спрацьовування $t_{АПВ1}$ було більше:

а) часу $t_{Г.П}$, необхідного для відновлення готовності приводу до роботи на включення (для застосовуваних типів приводів з урахуванням умов їх роботи $t_{Г.П} = 0,1 \dots 0,3$ с);

б) часу $t_{д.с}$, необхідного для де іонізації середовища в точці ушкодження (для установок напругою до 220 кВ $t_{д.с} \sim 0,2$ с);

в) часу готовності вимикача $t_{Г.В}$, необхідного для відновлення відключає здібності вимикача після відключення ім струму КЗ.

Для одноразового АПВ час $t_{Г.В}$ завжди менше суми часу $t_{Г.П}$ і часу включення вимикача $t_{В.В}$. Тому визначальним зазвичай є умова $t_{АПВ1} > t_{Г.П}$. При цьому з урахуванням часу запасу $t_{ЗАП} = 0,4 \dots 0,5$ с. час спрацьовування ПАПВ для лінії з одностороннім живленням.

АПВ ліній

На промислових підприємствах найбільш широке застосування знайшло трифазне АПВ одиночних ліній з одностороннім харчуванням у схемах внутрішньозаводського електропостачання напругою 0,38 ... 10 кВ. Трифазне АПВ ліній з двостороннім живленням використовується для захисту електричних мереж зовнішнього електропостачання напругою 35 ... 220 кВ. Однофазні АПВ в мережі 10 кВ застосовуються в міжсистемних електричних мережах напругою 220 кВ і вище.

На рисунку 1 представлена схема трифазного АПВ односторонньої дії без витримки часу для вимикача з пружинним приводом. Включення і відключення вимикача Q здійснюється електромагнітами YAC і YAT за допомогою кнопок включення і відключення SB1 і SB2 відповідно.

При включеному вимикачі Q лінії для підготовки АПВ до дії накладка SX переводиться з положення 1 в положення 2. Через контакти кінцевого вимикача Q4 двигун M заводу пружини приводу вимикача Q отримує живлення і забезпечує повне натяг пружини. При цьому контакти Q4

розмикаються, а контакти готовності приводу Q6, пов'язані з пружиною приводу, замикаються. Накладка SX переводиться в початкове положення.

Слід мати на увазі, що блок-контакти Q5, пов'язані з механізмом приводу вимикача Q і передбачені для фіксації його аварійного відключення, розмикаються при будь-якому включенні вимикача, а замикаються лише при відключенні вручну або дистанційно.

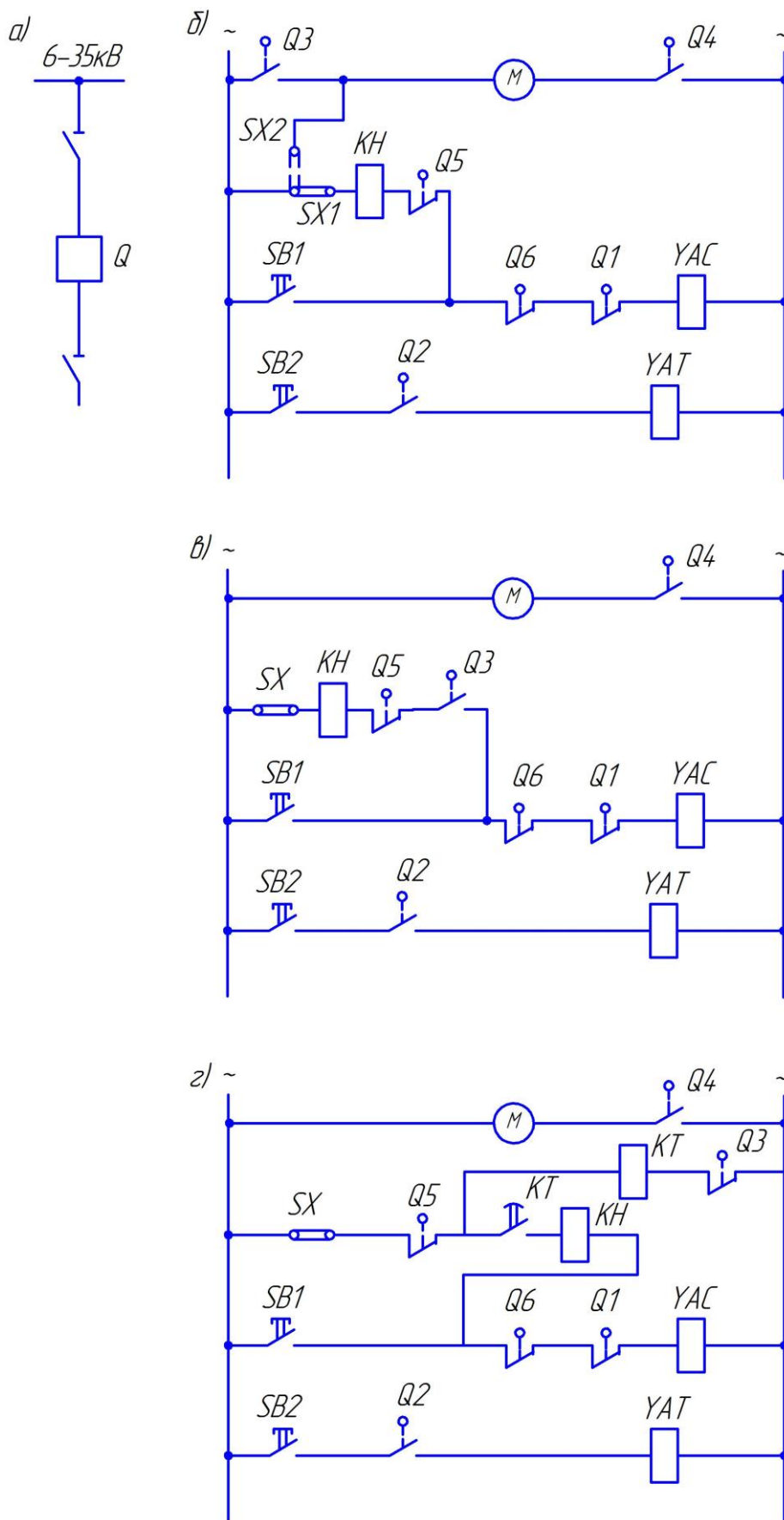


Рисунок 1 - Схеми пристроїв АПВ на змінному оперативному струмі вимикачів з вантажними і пружинними приводами

При КЗ на лінії спрацює релейний захист і замкне свої контакти Q2 в ланцюзі електромагніту відключення YAT, в результаті вимикач Q відключить лінію. Останній своїми блок-контактами Q5 замкне ланцюг електромагніта включення YAC і буде забезпечено автоматичне включення лінії під напругу. Якщо АПВ виявиться успішним, то лінія залишиться в роботі, а якщо ні, то повторного включення вимикача Q не відбудеться, так як пружина його наводити не заведена і контакти Q1 розімкнуті. Для підготовки пристрою до нового АПВ черговий персонал повинен знову перевести накладку SX в положення 2.

У схему управління вимикача входять різні допоміжні контакти. Залежно від того, з якими деталями і вузлами приводу пов'язані ці контакти, їх можна розділити на наступні три групи:

1-а група пов'язана з механізмом натягу включають пружин і переключається при зміні стану пружини. Допоміжний контакт Q6, розімкнутий при не натягнутих пружинах і замикається тільки в момент їх повного натягу, називають контактом готовності приводу. Він управляє ланцюгом електромагніту включення YAC.

Інший контакт Q4, пов'язаний із пружиною, діє у зворотному порядку (замкнутий при не натягнутих пружинах і розмикається тільки в момент їх повного натягу) і використовується в якості контакту кінцевого вимикача в ланцюзі електродвигуна, заводять включає пружину.

2-а група контактів Q1, Q2, Q3 пов'язана з валом приводу і переключається при зміні положення вимикача по будь-якої причини.

До 3-ї групи належить так званий аварійний контакт Q5, який замикається при включенні вимикача, залишається замкнутим при дії релейного захисту та розмикається тільки при оперативному відключенні вимикача. У конкретній схемі автоматики можуть бути використані не всі названі допоміжні контакти.

На схемі рисунок 1б, всі допоміжні контакти показані в положенні, відповідному відключенню вимикача і повністю заведеної включеної

пружини. Натяг пружини здійснюється електродвигуном М, протягом часу його роботи контакт Q6 готовності приводу залишається розімкненим, не допускаючи включення вимикача при неповності натягнутій пружині. При закінченні натягнення пружини контакт Q6 замикається, а кінцевий вимикач (контакт Q4) розмикає ланцюг електродвигуна М.

Для виконання АПВ миттєвої дії паралельно кнопці включення SB1 включається аварійний допоміжний контакт Q5, що створює ланцюг невідповідності і забезпечує автоматичне повторне включення вимикача тільки при його відключенні релейного захистом. Послідовно з контактом Q5 включені вказівного реле КН і накладка SX. У ланцюг електродвигуна додатково включається замикає допоміжний контакт вимикача Q3, що забезпечує включення пружин лише при включеному положенні вимикача.

При успішному АПВ вимикач залишається включеним, привід приходить у стані готовності через час 6 ... 15 с. У разі неуспішного АПВ вимикач відключається. При цьому однократність дії ПАПВ можна забезпечити, якщо час включеного стану вимикача менше часу, необхідного для включення пружин, тобто найбільша витримка часу релейного захисту повинна бути менше зазначеного мінімального часу підготовки приводу до включення.

Накладка SX має два положення: у положенні SX2 привід підготовляється до дії при відключеному вимикачі, а після включення вимикача контактом кнопкового вимикача SB1 накладка знову переводиться в положення SX1. У включеному положенні вимикача двигун включає пружини і УАПВ знову готове до дії. Недолік схеми - застосування ручної операції з накладкою SX.

Схему ПАПВ можна спростити і зробити більш універсальною, якщо послідовно з аварійним допоміжним контактом Q5 включити імпульсний замикає допоміжний контакт Q3 вимикача (рисунок 1в), виключивши допоміжний контакт з ланцюга електродвигуна. Завдяки цьому електродвигун може включати пружини при будь-якому положенні вимикача, і необхідність

в перемиканні накладки при неуспішному АПВ відпадає. Накладка SX служить тільки для виведення схеми ПАПВ з дії. Наявність у схемі імпульсного замикаючого контакту Q3 забезпечує однократність дії УАПВ. Миттєво чинне ПАПВ з імпульсним замикаючим контактом виконують на вимикачах, обладнаних приводом, у якого є такий контакт.

Електричне миттєво діючий пристрій АПВ, як і механічний, починає включати вимикач ще до того, як елементи вимикача і приводу придуть в стан спокою, наслідком чого є додаткові механічні удари і погана робота приводу. Поряд з цим короткі замикання не завжди встигають самоусунутися, так як час без струмової паузи малий (близько 0,2-0,3с). Пристрій АПВ з витримкою часу не має зазначеного недоліку. На рисунку 1г показана схема, що відрізняється від попередньої (рисунок 1в) наявністю реле часу КТ, наприклад, з імпульсним замикаючим контактом КТ. Реле часу запускається при відключенні вимикача і замиканні допоміжного контакту Q3. Для забезпечення однократності дії пристрою АПВ мінімальний час підготовки приводу до включення має бути більше, ніж найбільша витримка часу релейного захисту та час дії АПВ разом узяті.

На рисунку 2 представлена схема управління АПВ лінії, виконана на базі блоку РПВ-58. Ця схема впливає на вимикач Q приєднаної до нього лінії, що має електромагнітний привід.

Включення і відключення вимикача Q у нормальному режимі роботи здійснюється за допомогою ключа управління SA, який має самоповернення в нульове положення. При установці останнього в положення «Вімк» замикається ланцюг проміжного реле KL2, яке, спрацювавши, живить електромагніт включення YAC приводу вимикача. Відключення вимикача забезпечується установкою ключа SA в положення "Вимк.». При цьому реле KL3 подає живлення на електромагніт відключення YAT. Для управління пристроєм АПВ передбачено двопозиційне реле KL7. Воно містить дві обмотки, послідовно з якими включені контакти самого реле. Це реле може знаходитися в двох стійких станах, і його рухливий елемент (якір)

перекидається з одного положення в інше при проходженні імпульсу струму в обмотці, в ланцюзі якої контакти реле в даному випадку замкнуті.

Підготовка АПВ до дії здійснюється при замиканні контактів реле KL7 в ланцюзі реле часу КТ1. Це відбувається під час включення вимикача Q (за допомогою реле KL2) або в разі короткочасної подачі напруги на шини управління ШУ при відключеному вимикачі лінії. При цьому конденсатор С зарядиться до номінальної напруги протягом 15 ... 25с. Нехай, наприклад, сталося КЗ на приєднаній лінії. Релейний захист замкне свої контакти РЗ в ланцюзі електромагніту YAT, який відключить вимикач Q. Через котушку YAC отримає живлення, і спрацює проміжне реле KL4. Воно живитиме обмотку реле часу КТ1, яке з витримкою часу, замкнувши свої контакти, під'єднає паралельну обмотку проміжного реле KL1 до конденсатора С. Виниклий імпульс струму при розряді конденсатора забезпечить короткочасне спрацьовування реле KL1 і по ланцюгу: контакти реле KL7, послідовна обмотка і контакти реле KL1, вказівний реле КН, контакти реле KL5 і блок-контакти вимикача Q - подадуть напругу на електромагніт включення YAC. В результаті вимикач Q включиться і, розімкнувши свої блок-контакти в ланцюзі електромагніту YAC, зумовить повернення в початковий стан реле KL1.

Якщо АПВ неуспішне і релейний захист знову відключить вимикач Q, то повторного включення його не відбудеться, так як конденсатор С, не встигнувши зарядитися, буде шунтуватися паралельною обмоткою реле KL1 через замкнуті контакти реле КТ1.

Реле KL5, що містить дві обмотки (паралельну і послідовну), призначене для запобігання неправильної роботи схеми, зокрема, забезпечує блокування від "стрибання" (при пригоранні контактів реле KL1, включенні вимикача на КЗ і т.і.), створюючи перевагу сигналу на відключення вимикача в різних аварійних ситуаціях.

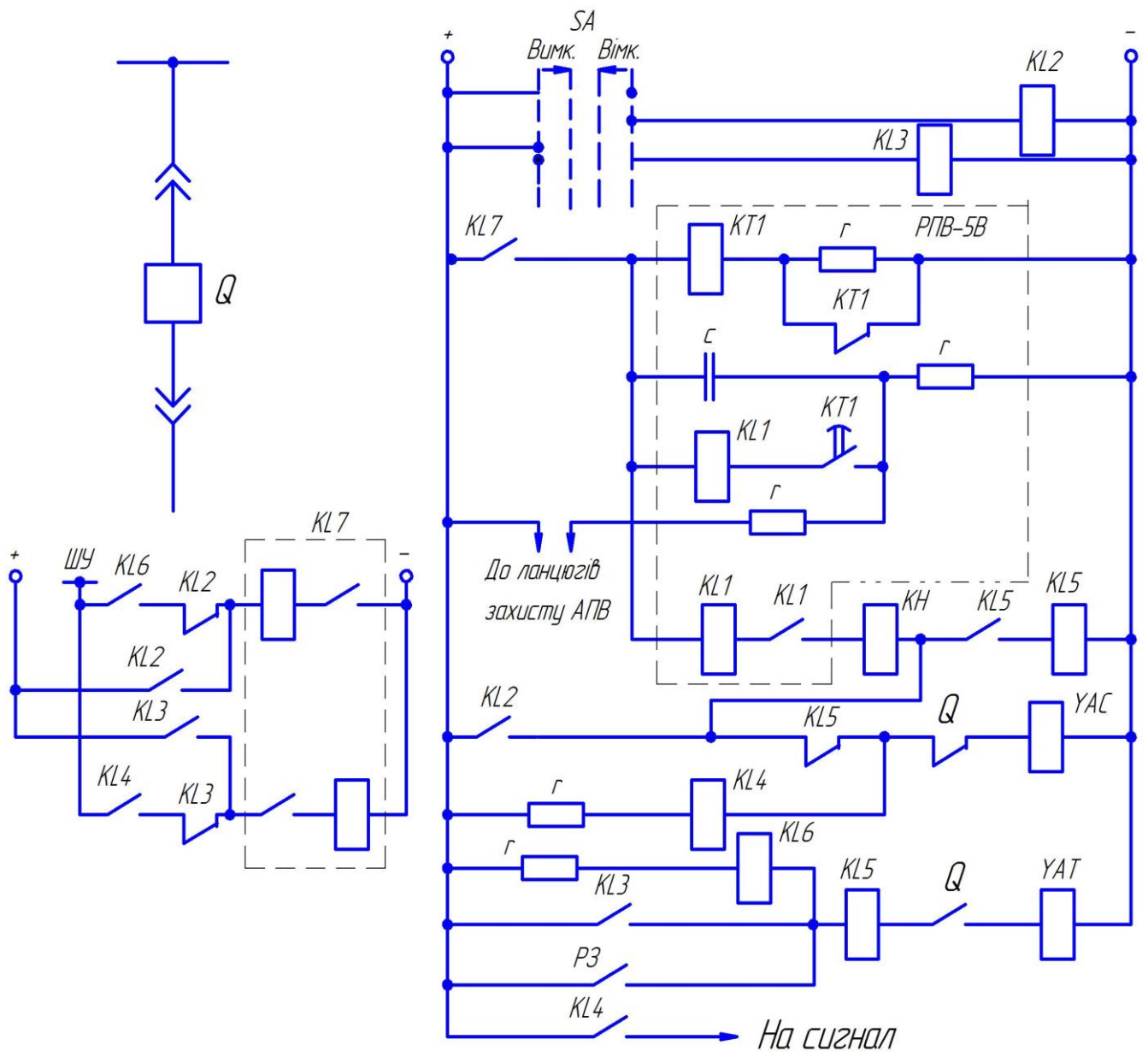


Рисунок 2 - АПВ лінії на вимикачі з електромагнітним приводом.

АПВ трансформаторів

Автоматичне повторне включення трансформаторів передбачають для автоматичного відновлення їх нормальної роботи після аварійних відключень, не пов'язаних з внутрішніми ушкодженнями трансформатора, наприклад, при нестійких пошкодженнях на збірних шинах або лініях, що відходять, а також при помилковому дії захистів і в ряді інших випадків. АПВ трансформаторів є обов'язковим на однострансформаторних підстанціях з одностороннім живленням з трансформатором потужністю більше 1 МВА. На двотрансформаторних підстанціях з одностороннім живленням АПВ трансформаторів доцільно встановлювати в тому випадку, якщо відключення одного трансформатора викликає перевантаження іншого і у зв'язку з цим частину споживачів повинна відключитися.

Пуск пристроїв АПВ трансформаторів зазвичай здійснюється від резервного захисту (наприклад, максимально струмового з витримкою часу), встановленого на трансформаторі, або при невідповідності положення вимикача і його ключа управління. Пуск пристрою АПВ зазвичай виконують так, щоб не допускати включення трансформатора при внутрішніх пошкодженнях, які, як правило, не самоусуваються. При всіх внутрішніх пошкодженнях спрацьовує сигнальний елемент газового реле. Тому доцільно пуск пристрою АПВ проводити при всіх аварійних відключеннях трансформатора, але забороняти його повторне включення при спрацьовуванні сигнального елемента газового реле. При цьому в дію пристрою АПВ вводиться деяке уповільнення, що виключає повторне включення трансформатора при внутрішніх коротких замиканнях, супроводжуються бурхливим газоутворенням, коли відключає елемент газового реле спрацьовує раніше, ніж спрацьовує його сигнальний елемент. В окремих випадках допускається дія пристрою АПВ і при відключенні трансформатора захистом від внутрішніх пошкоджень.

Пристрої АПВ трансформаторів виконуються за тими ж схемами, що й пристрої АПВ ліній. При необхідності в їх схеми вводяться органи контролю напруги і синхронізму.

На підстанціях з двома і більше трансформаторами можуть передбачатися пристрої АПВ й пристрої автоматичного введення резерву (ПАВР). При цьому дії їх повинні бути узгоджені. У зв'язку з наявністю резервного джерела живлення автоматичне повторне включення обмежують. Пуск пристрою АПВ дозволяють тільки при зовнішніх коротких замиканнях. Для цієї мети використовують максимальний струмовий захист, встановлений з боку нижчої напруги трансформатора. Спрацювання захисту свідчить про виникнення пошкодження на шинах або про те, що зовнішнє коротке замикання не відключить відповідним захистом. При цьому відключається вимикач з боку нижчої напруги трансформатора і пристрій АПВ включає його повторно. У всіх інших випадках напруга на секцію шин, що втратила живлення, має подаватися дією пристрою АВР.

АПВ збірних шин

Автоматичне повторне включення шин полягає в тому, що після відключення шин підстанції засобами захисту необхідно провести повторну подачу напруги на шини і забезпечити при нестійких пошкодженнях на шинах відновлення нормального живлення всіх споживачів, підключених до цих шинам. Зазвичай це завдання вирішується шляхом АПВ вимикача однієї з живильних ліній.

Якщо шини не мають спеціального захисту, то відновлення напруги на них здійснюється пристроями АПВ живлячих приєднань. За наявності спеціального захисту шин можна застосовувати окремі пристрої АПВ шин, що запускаються цим захистом. За допомогою ПАПВ напруга на шини подається спочатку від одного з відключень живлять під'єднання (тобто робиться опробування шин), а потім, якщо опробування шин виявляється успішним, включаються інші приєднання.

Одним з різновидів пристроїв є ПАПВ з контролем напруги на шинах. Такий пристрій АПВ дозволяє включення першого приєднання при відсутності напруги на шинах, а включення інших приєднань - за наявності напруги. Недоліком ПАПВ з контролем напруги є те, що при відмові на включення вимикача, який повинен включатися першим, АПВ шин взагалі не відбувається. Від цього недоліку вільно ПАПВ шин з заборною дією (блокуванням) при повторному спрацьовуванні захисту шин. Заборона виконується за допомогою додаткового проміжного реле, яке само утримується після першого спрацьовування захисту шин. Якщо захист спрацьовує повторно, то створюються ланцюга заборони, виконані послідовно з'єднаними контактами захисту та додаткового проміжного реле. При успішному АПВ шин само утримання знімається після закінчення деякого часу.

АПВ електродвигунів напругою нижче 1000 В

АПВ електродвигунів напругою нижче 1000 В виконується з метою повторного включення їх в роботу після короткочасного відключення, викликаного зазвичай порушеннями електропостачання. Особливістю схем управління в цих мережах є використання комутаційних апаратів (магнітних пускачів, контакторів, автоматів тощо), час включення і відключення яких мало в порівнянні з таким для масляних вимикачів. Крім того, ланцюга управління багатьох комутаційних апаратів живляться від тих же мереж. Тому при невеликих перервах електропостачання електродвигуни, підключені до мережі через зазначені апарати, виявляються відключеними. Відключення великого числа низьковольтних електродвигунів і заблокованих з ними більш потужних електродвигунів напругою 3 ... 10 кВ призводить, як правило, до порушення технологічного процесу, що може створити відчутної шкоди на виробництві. З метою запобігання масового відключення електродвигунів при короткочасних порушеннях електропостачання передбачають АПВ цих електродвигунів.

На рисунку 3 зображено пристрій АПВ, яке виконано на основі типової схеми магнітного пускача, що знайшла широке поширення на виробництві. При відключенні напруги на $1 \dots 1,5c$ якір магнітного пускача КМ відпадає і відключає двигун М від мережі. Однак реле часу KV не розмикає свої контакти протягом часу $t = 1 \dots 2c$, шунтуючи кнопку "Пуск" - SB1. Якщо за цей час буде подано напругу, то магнітний пускач підключить двигун до мережі і його само запуск буде забезпечений. Якщо перерва в живленні виявиться більш часу t , то реле KV розімкне свої контакти і само запуск двигуна не відбудеться. Витримку часу більше t не встановлюють в цілях безпеки обслуговуючого персоналу. Слід врахувати недолік розглянутої схеми: при аварійному відключенні двигуна вручну кнопку "Стоп" (SB2) потрібно утримувати в натиснутому положенні більше часу t . Існує ряд рішень, що усувають даний недолік.

Якщо в схемі (рисунок 4) використовується ключ управління SA, що має фіксовані положення вим. (вимкнено) і вкл. (включено), то для мінімального захисту напруги застосовується реле напруги KV, яке може розмикати ланцюг утримує котушки КМ контактора при напрузі $U = (0,25 \dots 0,7)U_n$. Контактор після відключення напруги автоматично включається, виробляючи автоматичне повторне включення електродвигуна.

Схему, показану на рисунку 4, можна назвати схемою АПВ постійної дії, а схема, наведена на рисунку 3 - схема АПВ з дією протягом заданого часу. Пристрій АПВ постійної дії включає електродвигун і при підключенні його до мережі через контактор із засувкою, однак функцій мінімального захисту напруги такий контактор не виконує. Наведені схеми не вичерпують усього різноманіття пристроїв АПВ, застосовуваних на промислових підприємствах.

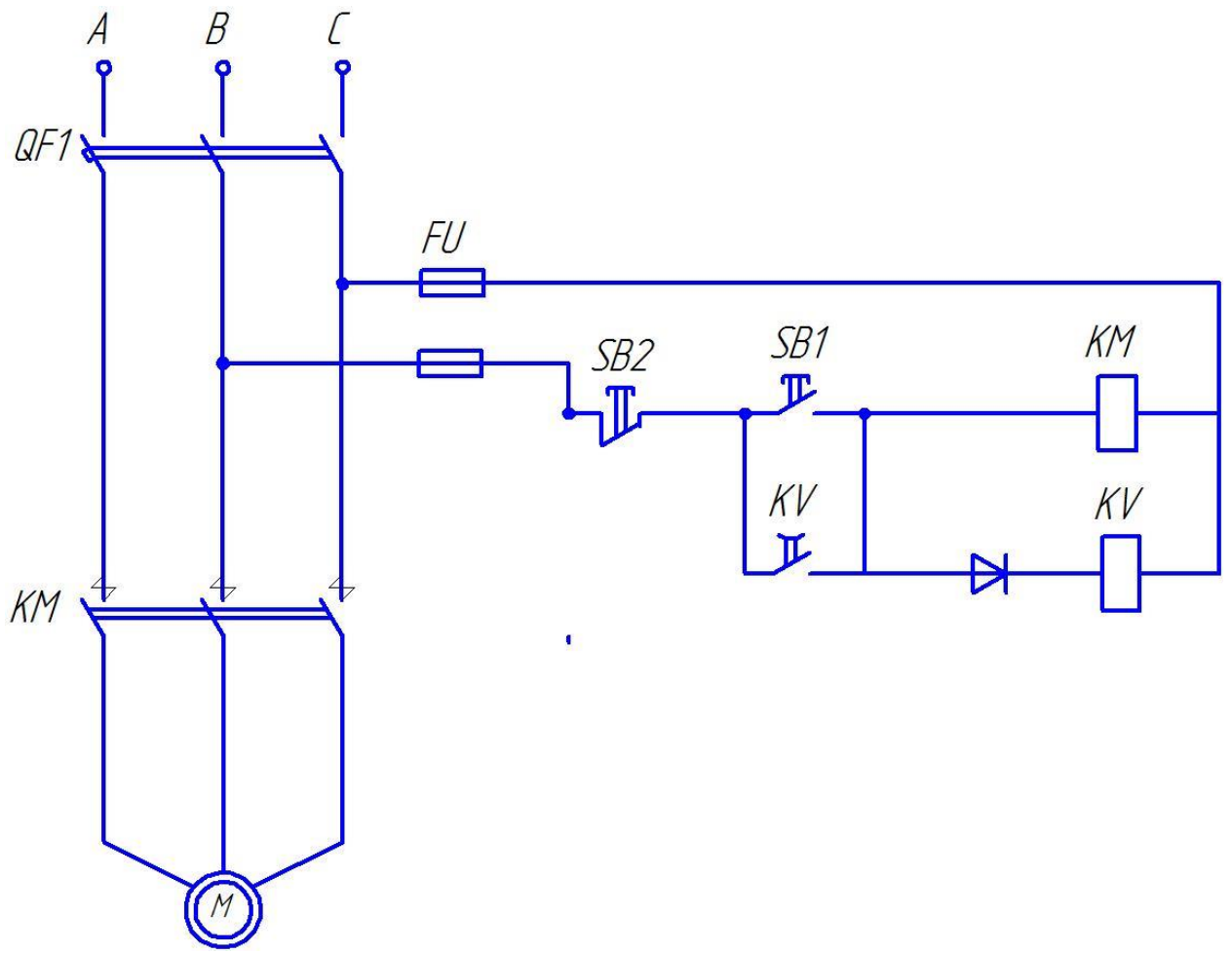


Рисунок 3 - Схема АПВ електродвигунів напругою до 1 кВ

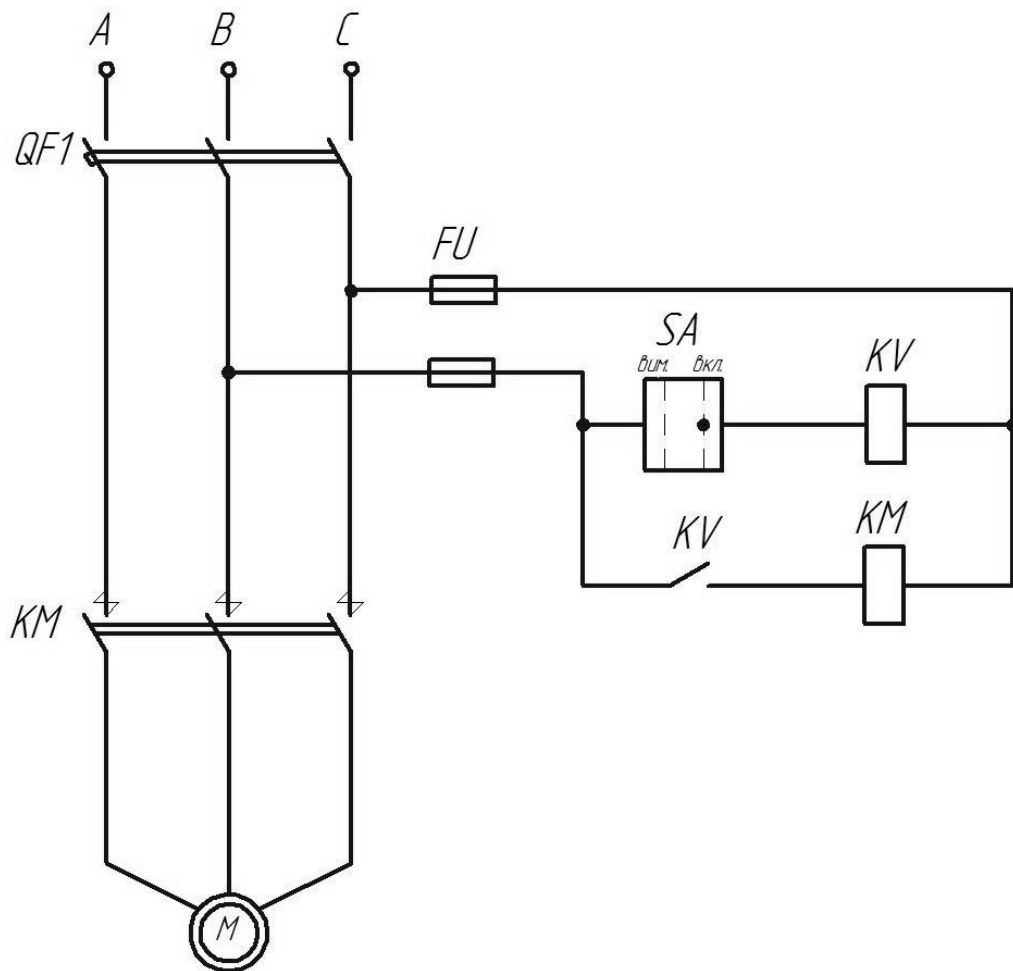


Рисунок 4 - Схема АПВ електродвигунів напругою до 1 кВ

Якщо за умовами технологічного процесу потрібно автоматичне включення резервного електродвигуна, схему АВР виконують також на контакторах або магнітних пусках. Для прикладу на рисунку 5 показана комбінована схема АПВ-АВР електродвигунів напругою до 1 кВ. Взаємно резервовані електродвигуни М1 і М2 приєднані до різних джерел живлення через магнітні пускачі КМ1 і КМ2, схеми управління якими підключені, наприклад, до фаз В і С джерел живлення (b1, c1, і b2, c2). Для вибору робочого і резервного електродвигунів служить ключ SA.

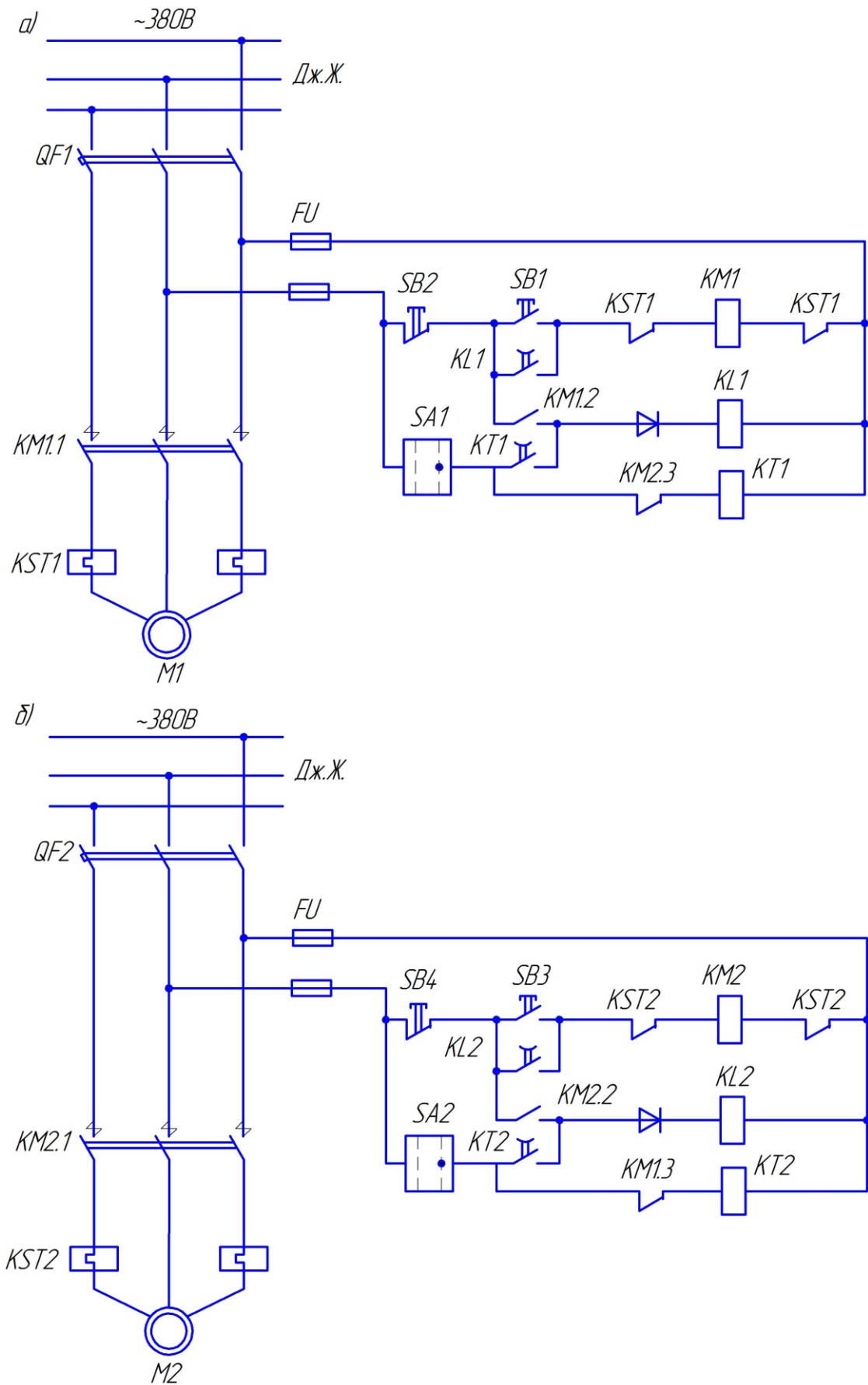


Рисунок 5 - Комбінована схема пристрою АПВ-АВР електродвигунів
напругою до 1 кВ

Якщо, наприклад, електродвигун М1 є робочим (контакт SA1 розімкнений, а SA2 замкнутий), а М2 - резервним, то після зникнення напруги джерела живлення магнітний пускач КМ1 відключає електродвигун М2. При цьому одночасно починають відлік часу реле КЛ1 з затримкою на відпускання якоря (реле, яке дозволяє АПВ) і реле КТ2 (реле, яке здійснює АВР). Витримка часу реле КЛ1 становить $t = 1,3\text{с}$, а реле КТ2 - близько $t = 2\text{с}$. Залежно від того, на який час порушилося електропостачання (менше 1,3с або більше), відбувається АПВ електродвигуна М1 або АВР електродвигуна М2. При АВР схема діє в наступному порядку: замикається контакт КТ2, спрацьовує реле КЛ2, контактом КЛ2 подається живлення на котушку магнітного пускача КМ2 і він включає резервний електродвигун М2.

Якщо електродвигун М1 відключається захистом (автоматичним вимикачем QF1 або електротеплового реле КСТ1), то відбувається тільки АВР електродвигуна М2.

АПВ асинхронних двигунів напругою вище 1000 В

АПВ електродвигунів виконується з метою повторного включення їх в роботу після короткочасного відключення, викликаного зазвичай порушеннями електропостачання. Пристрої АПВ передбачаються на відповідальних електродвигунах, відключаються мінімальним захистом напруги. Схема групового ПАПВ показана на рисунку 6.

Пристрій починає працювати при дії мінімального захисту напруги. Відключаючи електродвигуни, захист одночасно включає проміжне реле КЛ1, яке потім само утримує контактом КЛ1.1. Після відновлення напруги до $U = (0,8 \dots 0,9)U_n$ реле напруги КV запускає реле часу КТ, яке імпульсним контактом КТ1 короткочасно замикає ланцюг обмотки вихідного реле КЛ2. Для надійного включення вимикачів повернення реле КЛ2 повинен відбуватися через час $t > 0,1 \dots 0,2\text{с}$ після його спрацьовування. Ця умова забезпечується тим, що час замкнутого стану імпульсного контакту КТ1 реле часу становить $t = 0,45 \dots 0,65\text{с}$ або $t = 1,0 \dots 1,5\text{с}$. Контакт КТ2 реле часу служить для повернення схеми в початковий стан.

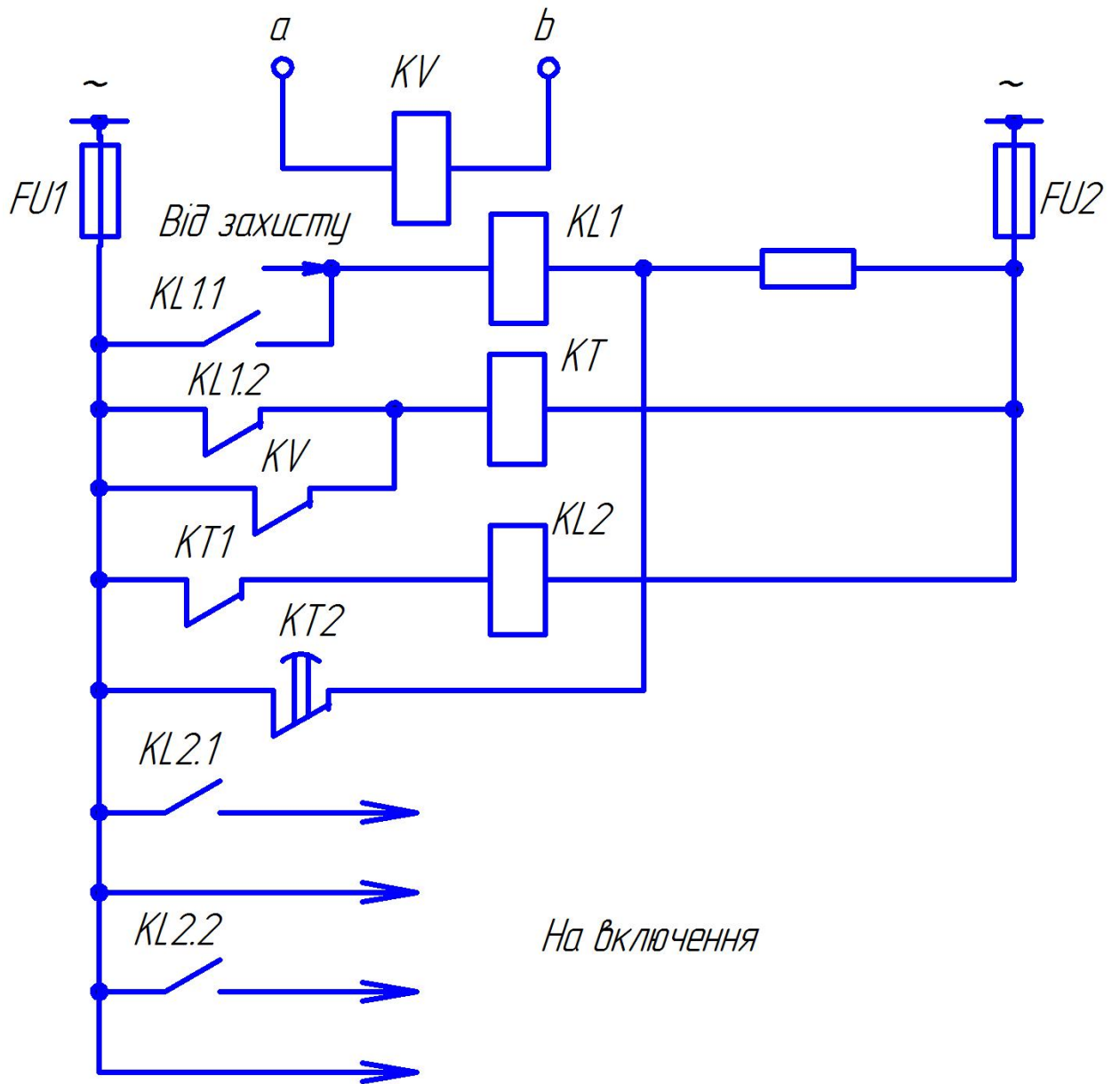


Рисунок 6 - Схема пристрою АПВ асинхронних двигунів напругою вище 1 кВ

Список використаних джерел:

1. Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок.- М.: Энергоатомиздат, 1989 –с.329
2. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. –М.: Энергоатомиздат, В. школа, 1990.
3. <https://best-diy-site.com/>
4. Правила улаштування електроустановок. Четверте видання, перероблене й доповнене — Х.: Вид-во «Форт», 2011.— 736 с.
5. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення
6. Ачкасов А. Є., Лушкін В. А., Охріменко В. М., Кузнецов А. І., Чернявська М. В., Воронкова Т. Б. Електротехніка у будівництві: Навчальний посібник. — Харків: ХНАМГ, 2009–363 с.