

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»

Кафедра систем електропостачання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 5

«Вивчення схем системної та мережної автоматики на традиційній елементній базі»
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики »
для студентів напрямку підготовки
6.050701 «Електротехніка та електротехнології »

Дніпропетровськ
2013

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»

Кафедра систем електропостачання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 5

«Вивчення схем системної та мережної автоматики на традиційній елементній базі»
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики »
для студентів напрямку підготовки
6.050701 «Електротехніка та електротехнології »

Дніпропетровськ
2013

Методичні вказівки до лабораторної роботи РЗ – 5 «Вивчення пристроїв релейного захисту і автоматики на електромеханічній елементній базі»
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики » для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології »
/Упорядн.: В. Д. Трифонов, О.Р. Ковальов , Д. В. Трифонов,– Дніпропетровськ: ДВНЗ НГУ, кафедра СЕП 2013. – 22 с.

Упорядники: В. Д. Трифонов, професор, О.Р. Ковальов, ст. викл.
Д. В. Трифонов, доцент,

Ціль роботи: ознайомлення із принципом дії пристроїв системної на мережній автоматички (АПВ, АВР, АЧР) на електромеханічній елементній базі ;вивчення конструкцій реле РПВ-58, РПВ-258 і РЧ-1 та особливостей застосовуваних схем АПВ, АВР і АЧР.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Сучасні промислові підприємства є великими споживачами електричної енергії. Їхнє енергетичне господарство являє собою сукупність складних і розгалужених систем, від надійної роботи яких у значній мірі залежить безперебійна робота підприємств, кількість і якість продукції, що випускається, а також ефективність виробництва. Крім того, багато підприємств висувають підвищені вимоги відносно надійності електропостачання.

Основним джерелом живлення промислових підприємств є енергосистема (ЕС). Різні технологічні режими цих підприємств приводять до зміни в часі навантаження ЕС, причому зміни відбуваються в різних точках системи й сприймаються всіма її станціями. Довільний розподіл навантаження між станціями неприпустимо, тому необхідно штучний перерозподіл навантаження відповідно до техніко-економічних показників електростанції.

На електростанціях і лініях електропередачі можливі різні пошкодження, які впливають на роботу станцій, якість електричної енергії й надійність електропостачання. Отже, необхідно прагнути до локалізації аварійних ділянок, відключенню ушкодженого обладнання й найшвидшому відновленню нормальної роботи.

Для забезпечення чіткого функціонування ЕС не тільки в аварійній ситуації, але навіть і в нормальних режимах потрібне застосування нової енергетичної техніки, оснащеної надійними засобами автоматички з використанням мікропроцесорів і мікроЕОМ.

Поширення отримали кілька видів автоматизації й, зокрема, системна й мережна автоматика.

Системна автоматика здійснює автоматичне управління й регулювання в основному в аварійних умовах. Тому до неї належать пристрої для запобігання або найбільш ефективною локалізації аварій в ЕС, наприклад, пристрої автоматичного регулювання й форсування збудження генераторів, автоматичного частотного розвантаження (АЧР), протиаварійної автоматики, а також пристрої автоматичного повторного вмикання (АПВ) і автоматичного вмикання резерву (АВР).

Мережена автоматика включає комплекс пристроїв для автоматичного вмикання й вимикання кабельних і повітряних ліній, шин, трансформаторів та ін. агрегатів при порушенні електропостачання. Сюди належать пристрої АПВ, АВР, АЧР, а також автоматичне розвантаження по струму (АРС), автоматичне регулювання потужності конденсаторних установок (АРКОН) та ін.

Автоматичне повторне вмикання

Значна частина коротких замикань (КЗ), що виникають в електроустановках, мають короткочасний характер і при досить швидкому відключенні пошкоджень релейним захистом самоусуваються. Для зменшення часу перерви електропостачання споживачів і прискорення повторного вмикання електроустановки використовуються спеціальні пристрої автоматичного повторного вмикання (АПВ).

Згідно ПУЕ застосування АПВ обов'язкове на всіх повітряних і змішаних (кабельно-повітряних) лініях напругою вище 1 кВ. Найбільш ефективно АПВ повітряних ліній з однобічним живленням, оскільки, як показує досвід експлуатації, в 60-80% випадків аварійних відключень АПВ забезпечує безперебійність електропостачання, тобто повторне вмикання виявляється успішним. Пристроями оснащуються також усі поодинокі працюючі трансформатори потужністю 1000 кВА й більше і трансформатори меншої потужності, що живлять відповідальне навантаження.

АПВ класифікуються по виду обладнання:

- АПВ ліній, АПВ шин, АПВ трансформаторів, АПВ електродвигунів;
- по числу фаз вимикача, що включаються: трифазне АПВ (ТАПВ) і однофазне АПВ (ОАПВ);
- по кратності дії: АПВ одне-двох і багаторазової дії;
- по способу впливу на привід вимикача: механічні АПВ, вбудовані в пружинний або вантажний привод, і електричні АПВ, виконані за допомогою релейного захисту.

До пристроїв АПВ пред'являються наступні основні вимоги:

- пуск АПВ повинен відбуватися при виникненні невідповідності між положенням вимикача й поданою командою, тобто при аварійному відключенні вимикача;
- АПВ повинне з відповідними витримками часу замикає ланцюг вмикання вимикача й автоматично повертатися в положення готовності до нової дії;
- тривалість імпульсу, що включає, повинна бути достатньою для надійного вмикання вимикача;
- АПВ не повинне приходити в дію при оперативному відключенні вимикача й після його оперативного вмикання на ушкоджену лінію;
- повинна бути виключена можливість багатократних вмикань вимикача на стійке КЗ.

В АПВ повинна бути передбачена можливість прискорення дії захисту до й після АПВ.

Прискорення захисту до АПВ полягає в тому, що до АПВ вимикач відключається неселективним захистом миттєвої дії, а після АПВ цей захист виводиться й залишається тільки селективний захист із витримкою часу, внаслідок чого усувається неправильна дія захисту.

Прискорення захисту після АПВ полягає в тому, що до спрацьовування АПВ захист діє з витримкою часу, а після спрацьовування - миттєво. Тут зменшується час дії струму КЗ при вмиканні АПВ на не усунуте КЗ.

Пристрій АПВ повинен забезпечувати необхідну витримку часу з моменту вимикання вимикача до моменту замикання його контактів при повторному вмиканні, т.е.

$$t = t_{\text{в}} + t_{\text{д}}$$

де $t_{\text{в}}$ - власний час вмикання вимикача; $t_{\text{д}}$ - додатковий час, створюваний пристроєм АПВ.

Для другого й третього циклів АПВ величина t визначається тривалістю без струмової паузи, необхідної для відновлення вмикаючої здатності вимикача після вимикання КЗ у попередніх циклах.

Звичайно для другого циклу АПВ $t = 10-15$ с, а для третього - $t = 60-120$ с.

Пристрої АПВ дозволяють максимально використовувати потужність генераторів, пропускну спроможність електричних мереж і не вимагають великих капітальних витрат.

Подача імпульсу на вмикання вимикача (пуск АПВ) здійснюється одним з наступних способів:

від невідповідності положення вимикача і його ключа управління у цьому випадку пуск АПВ забезпечується при будь-якому неоперативному відключенні вимикача простими засобами;

від релейного захисту з одночасною подачею імпульсу на вимикання вимикача, такий пуск менш універсальний і більш складний, ніж пуск від невідповідності, і рекомендується тільки там, де він спрощує схему.

СХЕМИ ПРИСТРОЮ АПВ

Схеми АПВ, як правило, виконуються трифазними однократної дії (як найбільш прості по устрою) на постійному й змінному оперативному струмі. Якщо буде потреба використовують двократні АПВ.

1. Схема електричного АПВ однократної дії на постійному оперативному струмі для ліній з масляним вимикачем і однобічним живленням (рис.1).

У схемі використане комплектне реле типу РПВ-58, а також реле положення «вимкнено» КQC і «вимкнуто»КQT з ланцюгів управління вимикачем. У комплектне пристрій РПВ-58 входять: реле часу КТ типу ЭВ-133 з додатковим резистором R1; проміжне реле KL1 із двома обмотками (паралельною та послідовною); конденсатор (20 мкФ); зарядний резистор R2 (1,1 МОм) і розрядний резистор R3 (510 Ом).

У схемі дистанційне управління вимикачем здійснюється ключем управління SA типу МКCBФ, у якого передбачила фіксація положення останньої операції. Тому після операції вмикання ключ залишається в положенні "вимкнено" (B2), а після операції вимикання - у положенні "вимкнуто" (O2). Коли вимикач включений і ключ управління знаходиться в положенні «вимкнено» , до конденсатора С підводить плюс оперативного струму через контакти ключа, а мінус - через зарядний резистор R2. При цьому конденсатор заряджений і схема АПВ знаходиться в стані готовності до дії (рис.1).

При включеному вимикачі реле положення «вимкнуто»КQT , що здійснює контроль справності ланцюгів вмикання, струмом не живиться й контакт його в ланцюзі пуску АПВ розімкнутий. Пуск АПВ відбувається при відключенні вимикача під дією релейного захисту РЗ1 у результаті виникнення невідповідності між положенням ключа, яке не змінилося й положенням вимикача, який тепер відключений. Невідповідність положень ключа управління й вимикача характеризується тим, що через контакти I- III на схему АПВ подається плюс оперативного струму, а раніше розімкнутий допоміжний контакт (блок-контакт) вимикача SQ перемкнувся й замкнув ланцюг обмотки реле КQT, яке, спрацьовуючи, подає імпульс, на обмотку реле часу КТ.

При спрацьовуванні реле часу розмикається миттєвий розмикаючий контакт КТ1.1, уводячи в ланцюг обмотки реле додатковий опір (резистор R1). Це приводить до зменшення струму в обмотці реле й забезпечує його термічну стійкість при проходженні струму.

З витримкою часу розмикаючий контакт КТ1.2 замикається й паралельна обмотка реле КЛ1 підключається до конденсатора С. Реле КЛ1 при цьому спрацьовує від струму розряду конденсатора й, самоутримуючись через свою другу обмотку, включену послідовно з обмоткою контактора, подає імпульс на вмикання вимикача. Завдяки використанню в реле КЛ1.1 послідовної обмотки, забезпечується необхідна тривалість імпульсу для надійного вмикання вимикача, оскільки паралельна обмотка цього реле живиться струмом короткочасно при розряді конденсатора. Вимикач вмикається, розмикається його допоміжний контакт SQ1 і повертаються у вихідне положення реле КQT, КЛ1 і КТ1.

Якщо пошкодження на лінії було нестійким, то вона залишається у роботі. Після розмикання контакту реле часу конденсатор С починає заряджатися через зарядний резистор R2 . Опір цього резистора вибираємося таким, щоб час заряду становив 20-25 с. Таким чином, через зазначений час, схема АПВ автоматично підготовлена до нової дії.

Якщо пошкодження було стійким, то вимикач увімкнувшись знову відключиться захистом і знову спрацюють реле КQT і КТ1. Реле КЛ1, однак, при цьому в другий раз не спрацює, так як конденсатор С був розряджений при першій дії схеми при стійкому КЗ на лінії.

При оперативному вмиканні вимикача ключем управління (SA) невідповідності не виникає й АПВ не діє, тому що одночасно з подачею імпульсу на вмикання вимикача контактами ключа SA розмикаються контакти SA1, чим знімається плюс оперативного струму зі схеми АПВ. Тому спрацює тільки реле КQT, а реле КТ1 і КЛ1 не діють. Одночасно із зняттям оперативного струму контактами SA1 замикаються контакти КQT і конденсатор С розряджається через опір R2. При оперативному вмиканні вимикача ключем SA готовність АПВ до дії настає після заряду конденсатора С через 20-25 с.

При відключенні лінії захистом (P31), коли дія АПВ не потрібна, через резистор R3 проводиться розряд конденсатора С.

Для запобігання багаторазового вмикання вимикача на стійке КЗ, що могло б мати місце у випадку залипанні контактів реле KL1 у замкненому стані, у схемі встановлюється спеціальне проміжне реле KBS типу РП-232 із двома обмотками: робочою послідовною й утримуючою паралельною. Реле KBS спрацьовує при проходженні струму по котушці вмикання вимикача УАТ і втримується в цьому положенні до зняття команди на вмикання. При цьому ланцюг обмотки KL розмикається розмикаючим контактом KBS, запобігаючи вмикання вимикача. Якщо при цьому контакти KL1.1 замкнуті (у результаті залипання), то реле KBS за допомогою контакту KBS1 стає на самопідживлення, а контактом KBS2 виключає можливість багаторазових вмикань, розмикаючи ланцюг живлення УАС.

Накладка в схемі служить (SX) для виводу АПВ із дії, а реле РПВ для прискорення дії релейного захисту після АПВ.

2.Схема АПВ двократної дії на постійному оперативному струмі з реле РПВ-258 ліній з масляними вимикачами (рис.2).

На відміну від пристрою РПВ-58 типовий комплект РПВ-258 містить два конденсатори С1 і С2 і реле часу КТ1 із трьома контактами: контакт, що розмикається без витримки часу КТ1.1 і контактами, що замикаються з витримкою часу (тимчасово замикаючий прослизаючий КТ1.2 і упорний КТ1.3).

Для управління вимикачами використовуються ключі управління без фіксації положення, а для запам'ятовування попередньої команди управління передбачаються спеціальні реле фіксації команди. Такі ключі управління мають три положення: "включити", "відключити" і "нейтральне", причому після операцій вмикання й вимикання повертається в нейтральне положення.

У якості реле фіксації використовують двопозиційні проміжні реле типів РП8 і РП11. Вони мають два електромагніти з обмотками В и О, між якими розташований якір, пов'язаний з контактною системою. Коли струм в обмотках обох електромагнітів відсутній, якір реле знаходиться в правому або лівому

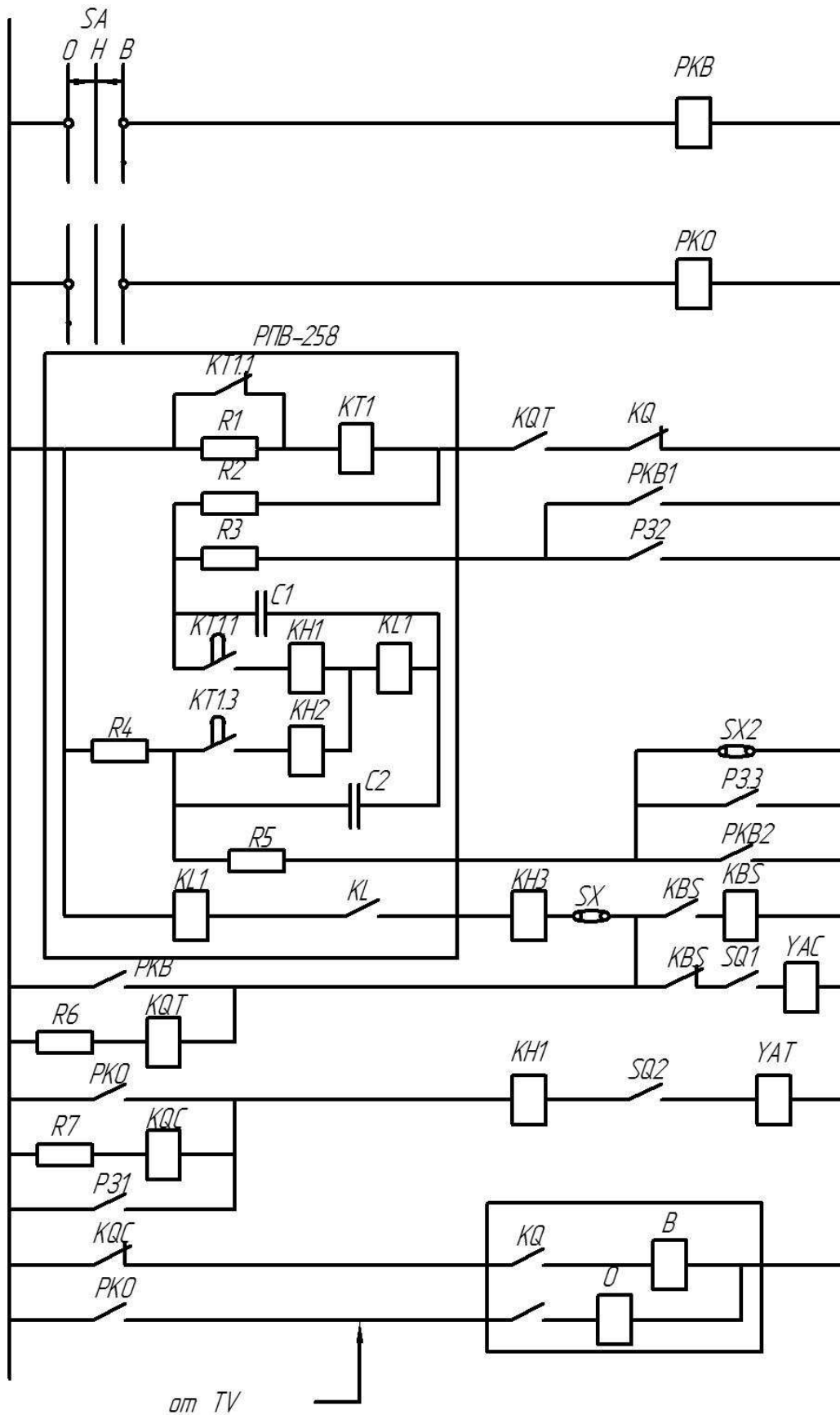


Рис.2. Схема АПВ двократної дії з комплектом реле РТВ-258

положенні залежно від того, в обмотку якого електромагніту був поданий останній імпульс струму (рис.2).

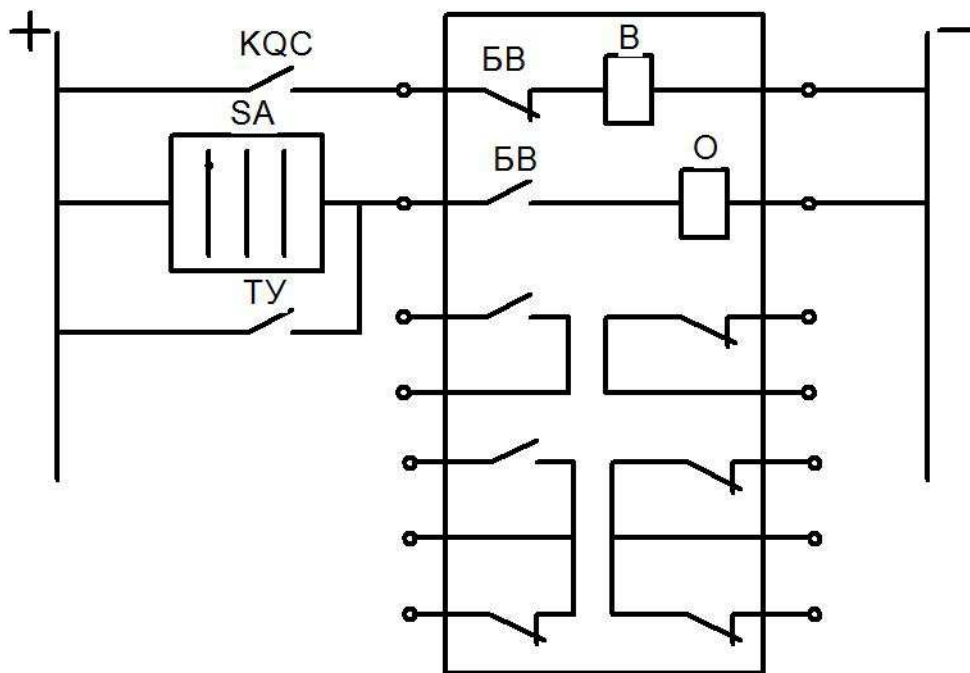
Послідовно з обмотками електромагнітів включені допоміжні контакти цього реле БВ і БО, тому напруга може бути подана тільки на обмотку того електромагніту, який підготовлений до дії. При подачі напруги на цю обмотку якір реле перекидається й, переходячи через нейтральне положення, перемикає як блокувальні, так і основні контакти. Обмотки електромагнітів не розраховані на тривале проходження струму й тому включаються допоміжними контактами тільки на час, необхідне для дії реле.

При будь-якому вмиканні вимикача спрацьовує реле положення «вімкнено» КҚС і подає плюс оперативного струму на обмотку В реле фіксації, яке при цьому спрацьовує й, перемикаючи свої контакти, фіксує команду "включити", а також підготовляє ланцюг обмотки О. При відключенні вимикача за допомогою ключа управління або обладнання телеуправління ТУ одночасно подається плюс оперативного струму на обмотку О реле фіксації, яке при цьому, перемикаючи свої контакти, фіксує команду "відключити" і готує ланцюг обмотки В.

Таким чином, при включеному вимикачі, положення реле фіксації завжди відповідає положенню вимикача. При відключеному вимикачі така відповідність має місце тільки при оперативному відключенні вимикача від SA або ТУ. При відключенні вимикача під дією релейного захисту реле фіксації залишається в положенні «вімкнено», внаслідок чого виникає невідповідність між положенням вимикача й реле, що використовується для пуску АПВ.

У результаті спрацювання, реле КQT замикаючи свій контакт, запускає АПВ за допомогою контакту реле фіксації положення КQ.

Пуск схеми двократного АПВ здійснюється так само, як і в схемі однократного АПВ, контактами реле КQT, яке спрацьовує при відключенні вимикача й подає мінус на обмотку реле часу. З витримкою часу замикається прослизуючий контакт реле часу КТ1.2 і створює ланцюг для розряду конденсатора С1 на обмотку проміжного реле КL, яке, спрацьовуючи, увімкне вимикач.



У випадку успішного АПВ робота схеми припиниться, тому що реле KL після вмикання вимикача повернеться у вихідне положення.

Якщо ж АПВ було неуспішним і вимикач знову відключиться, знову спрацює реле й запустить реле часу. У цьому випадку при замиканні контакту КТ1.2 проміжне реле KL не спрацює, тому що конденсатор С1 до цього часу не встигне зарядитися. Реле часу, продовжуючи працювати, замкне упорний контакт КТ1.3. При цьому під дією розряду конденсатора С2 знову спрацює проміжне реле KL і відбудеться другий цикл АПВ. У схемі використовуються реле-повторювачі ключа управління: КQT - реле команди "відключити" і КQC - реле команди "включити".

Для запобігання спрацювання АПВ у випадку вмикання вимикача захистом після вмикання його ключем управління КЗ у схемі передбачений розряд конденсаторів С1 і С2 через замикаючі контакти КТ1.2, КТ1.3 і резистори R3 і R5.

Ланцюг пуску АПВ контролюється контактом реле фіксації КQ . Робота АПВ сигналізується вказівними реле: КН1 - перший цикл; КН2 - другий цикл; КН3 - спрацювання АПВ. Заборона дії АПВ здійснюється контактами реле захистів РЗ, що забороняють дію АПВ, які подають мінус на розрядні резистори R3 і R5 пристрою РПВ-258. У схемі передбачено два відключаючих пристрої: SX1 - виводить з дії схему АПВ повністю й SX2- виключає другий цикл АПВ.

Для того, щоб запобігти багатократній дії АПВ час заряду конденсаторів С1 і С2 (через резистори R2 і R4) повинен перевищувати витримки часу обох циклів АПВ. У заводському комплекті АПВ час готовності до наступних спрацювання після другого циклу становить 60-100 с.

Автоматичне вмикання резерву

Пристрій АВР служить для відновлення живлення споживачів або забезпечення необхідного режиму технологічного процесу автоматичним приєднанням резервних джерел живлення або обладнання замість відключених по тим чи іншим причинам робочих джерел або обладнання.

В електроустановках напругою нижче 1000 В широко застосовують АВР ліній, трансформаторів, секційних або шиноз'єднувальних вимикачів. Існує велика кількість АВР зі своїми специфічними особливостями. Однак усі пристрої АВР повинні задовольняти наступним основним вимогам:

приходити в дію при зникненні напруги на шинах підстанції з будь-якої причини, у тому числі при аварійному, помилковому або мимовільному відключенні вимикачів робочого джерела живлення, а також при зникненні напруги на шинах, від яких здійснюється живлення робочого джерела;

включати резервне джерело живлення по можливості швидше, відразу після вимикання робочого джерела;

забезпечити однократність дії щоб уникнути декількох вмикань;

не приходити в дію до відключення вимикача робочого джерела, щоб уникнути вмикання резервного джерела на КЗ;

прискорювати дію захисту при вмиканні резервного джерел на не усунуте КЗ

наявність ключів і знімних накладок для виводу АВР із роботи при ремонтах або налагодженні.

Досвід експлуатації показує, що АВР є досить ефективним засобом підвищення надійності електропостачання. Успішність дії АВР становить 90-95%.

Пуск обладнання АВР виконується від блок- контактів вимикача основного живлення або від спеціального пускового органу, реле мінімальної напруги. Вони повинні діяти тільки при зникненні напруги й не реагувати при несправності в ланцюгах напруги.

На рис. 4,а показана схема, у якій контакти двох реле мінімальної напруги KV1 і KV2 включені послідовно, що запобігає відключенню робочого вводу при відключенні одного з автоматичних вимикачів (запобіжників) у ланцюгах напруги.

На рис. 4,б приведена схема, що складається із двох реле часу КТ1 і КТ2 змінної напруги, які підключаються безпосередньо до трансформатора напруги й виконують одночасно функції двох реле: реле мінімальної напруги й реле часу.

Пусковий орган мінімальної напруги може бути виконаний з одним реле часу КТ, включеним через допоміжний пристрій (трифазний випрямний міст) ВУ-200 (рис.4, в). Це реле часу починає працювати лише в тому випадку, якщо напруга зникає одночасно на трьох фазах.

У схемі на рис. 4,г блокування від порушення ланцюгів напруги здійснюється за допомогою реле мінімального струму КА, включеного в ланцюг трансформатора струму робочого джерела живлення. При відключенні останнього або при зникненні напруги на живильних шинах, коли зникає струм навантаження, реле КА замикає свої контакти й разом з реле мінімальної напруги KV відключає робоче джерело живлення.

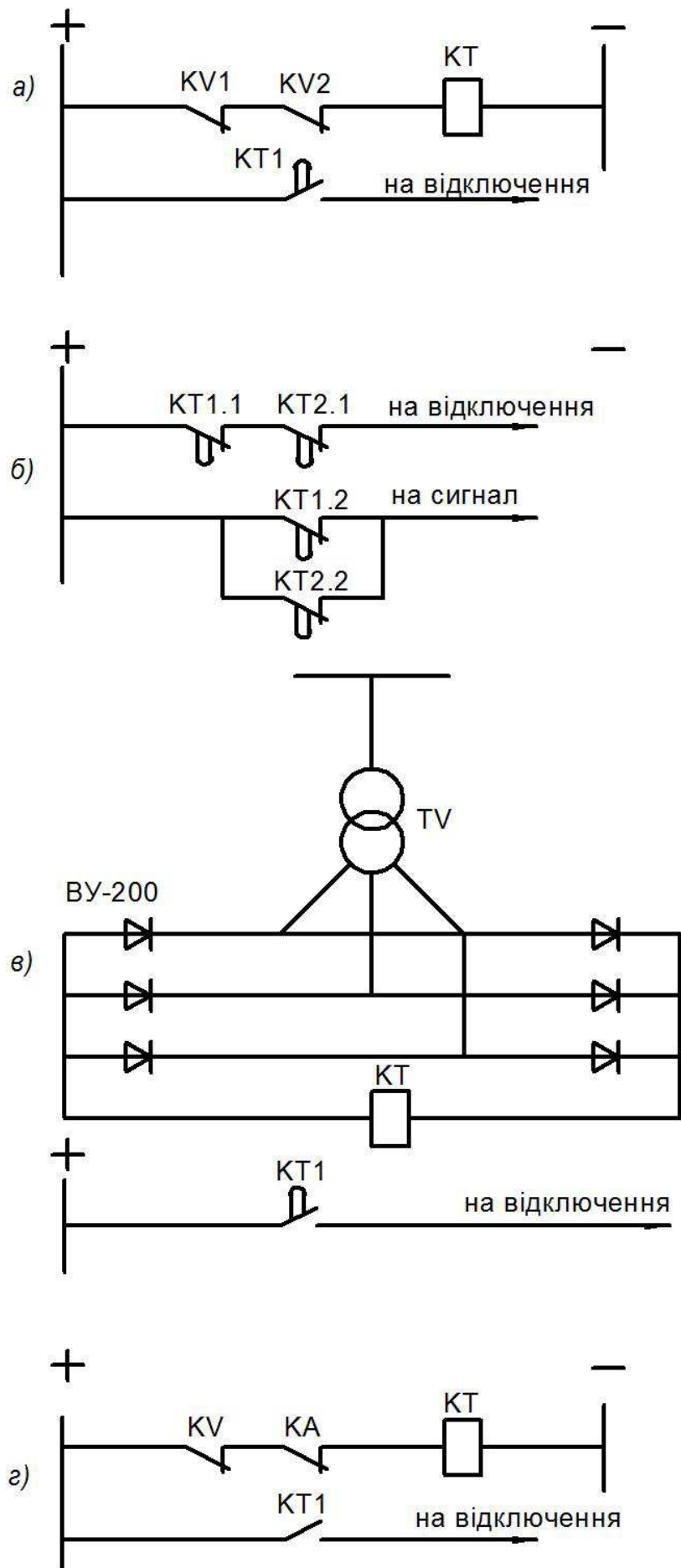


Рис 4. Принцип виконання пускових органів АВР.

До основних параметрів пускових органів мінімальної напруги належать:

а) напруга спрацьовування:

$$U_{\text{порівн}} = (0.25..0.4)U_{\text{н}},$$

де $U_{\text{н}}$ - номінальна напруга електроустановки;

б) витримка часу

$$t_{\text{п.о.}} = t_1 + \Delta t ; t_{\text{п.о.}} = t_2 + \Delta t ,$$

де t_1, t_2 - найбільші витримки часу захистів приєднань, що відходять від шин вищої й нижчої напруги підстанції; $\Delta t = 0,4..0,5$ с - ступеня селективності;

в) струм спрацьовування реле мінімального струму

де $I_{\text{нmin}}$ - мінімальний струм навантаження трансформатора;

- коефіцієнт відбудування; K_I - коефіцієнт трансформації трансформаторів струму.

Для реле контролю наявності напруги на резервному джерелі живлення напруга спрацьовування

де $U_{\text{рmin}}$ - мінімальна робоча напруга; $K_{\text{в}}$ - коефіцієнт повернення реле; K_U - коефіцієнт трансформації трансформатора напруги.

СХЕМИ ПРИСТРОЮ АВР

Залежно від конкретних умов на практиці застосовують велику різноманітність схем АВР. Нижче розглянуті схеми, що дістали найбільше поширення в електричних мережах напругою 1000 В.

1. Схема АВР лінії на постійному оперативному струмі (рис.5).

До основних елементів схеми належать:

пусковий орган мінімальної напруги (реле KV1, KV2 і КТ);

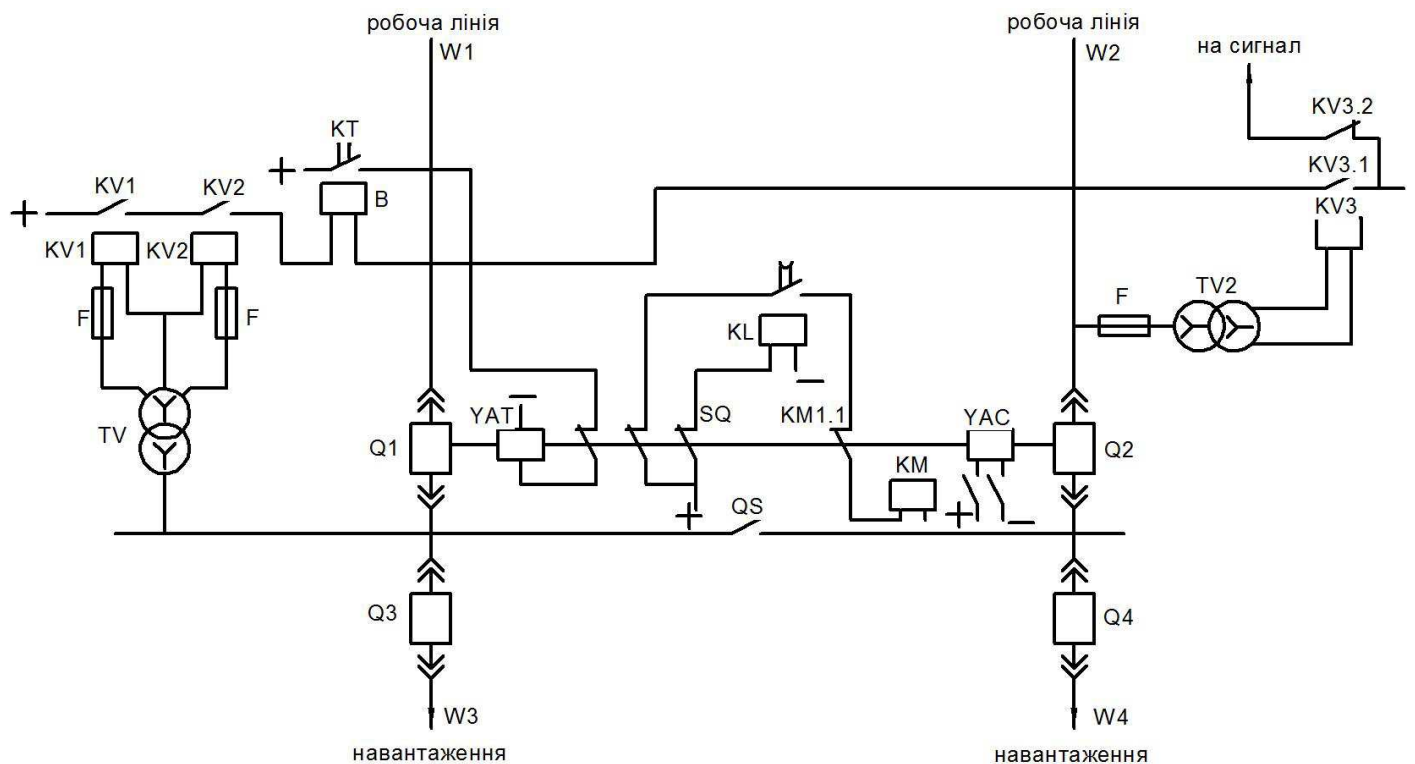


Рис 5. Схема АВР лінії на оперативному постійному струмі.

роздільний орган (KV3), що контролює наявність напруги на резервній лінії W2;

проміжне реле KL з затримкою на розмикання, що забезпечує однократність дії АВР при стійкому КЗ на шинах підстанції.

У номінальному режимі, коли робоча лінія W1 включена, обмотка проміжного реле KL живиться струмом, якір його притягнутий, контакти KM1 ланцюга контактора KM резервної лінії W2 замкнуті. При відключенні вимикача Q1 робочої лінії W1 з будь-якої причини його блок- контакти знеструмлюють обмотку реле KL і замикають ланцюг включення вимикача Q2 резервної лінії W2. Після включення вимикача Q2 якір реле KL відпадає.

Якщо вимикач Q2 резервної лінії W 2 буде відключений релейним захистом, повторного включення не відбудеться, оскільки ланцюг включення розірваний на контактах проміжного реле KL .

Зникнення напруги на шинах підстанції спричиняє спрацьовування реле напруги KV1 і KV2 і при наявності напруги на резервній лінії W2 подають живлення на реле часу KT. Останнє (за допомогою електромагніту YAT 1)

відключає вимикач Q1 робочої лінії W1, який своїми блок- контактами замикає ланцюг включення резервної лінії W2. При відсутності напруги на резервній лінії W2 контакти реле KV3 будуть розімкнуті й реле часу КТне одержить живлення.

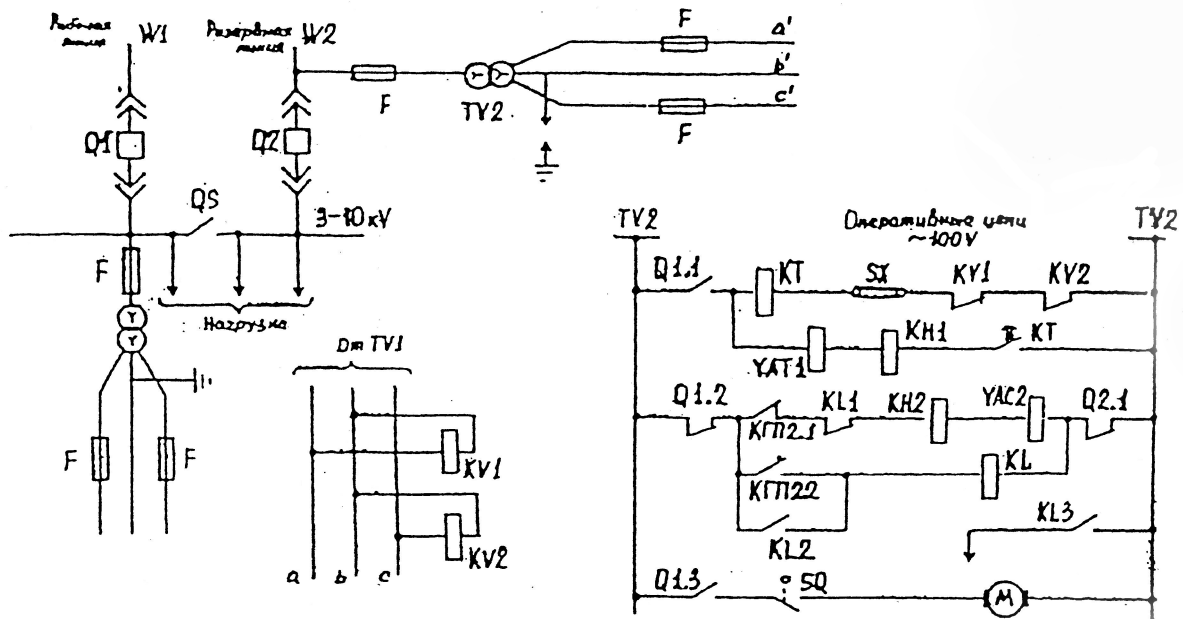


Рис. 6. Принципова схема АВР лінії на оперативних перемикачах

Для запобігання дії АВР при перегоранні запобіжників F у ланцюгах трансформатора напруги TV1 у схемі передбачається два реле мінімальної напруги, контакти яких з'єднані послідовно. При необхідності навмисного вимикання робочої лінії W2 пристрій АВР виводиться з дії спеціальним перемикачем.

Напругу спрацьовування реле KV1 і KV2 звичайно приймають рівною $0,25U_n$. Витримка часу в роботі органа необхідна для запобігання спрацьовування АВР при КЗ на лініях W3 і W4, що відходять від шин підстанції. Вона вибирається на ступінь більше часу спрацьовування захистів цих ліній. Якщо на них установлені струмові відсічення, витримка часу пускового органу виходить рівною $0,5...0,6$ с. Затримка на відпускання якоря реле KL повинна бути достатньою для надійного включення вимикача Q2 резервної лінії W2 (звичайно $0,5..0,8$ с).

II. Схема АВР лінії на змінному оперативному струмі (рис.6).

На головній ділянці лінії встановлюється вимикач із вантажним або пружинним приводом. Оперативні ланцюги живляться від трансформатора напруги TV2 резервної лінії W2. При відсутності напруги на резервній лінії АВР неможливо. Запуск пристрою АВР при зникненні напруги на шинах здійснюється за допомогою реле напруги KV1, KV2 і реле часу КТ, яке замикає ланцюг електромагніту вимикання YAT1 вимикача Q1. Останній, відключаючись, своїм блок-контактом Q1.2 замикає ланцюг живлення електромагніту включення YAC2 вимикача Q2 (при заведеній пружині приводу або піднятому вантажі перший контакт готовності приводу КГП 2.1 замкнено, а другий КГП 2.2 - розімкнено). При включенні вимикача Q2 замикається контакт КГП 2.2 і готується до включення реле КЛ.

При успішнім АВР схема повертається у вихідне положення. При неуспішнім АВР вимикач Q2 відключається від свого захисту(на схемі не показана). Вимикач Q2 повторно не включається, оскільки вантаж і пружина не може заводитися при відключеному положенні вимикача Q1 (у ланцюг підйому вантажу або заводу пружини включений замикаючий блок-контакт Q1.3, який при відключенні вимикача Q1 розмикається).

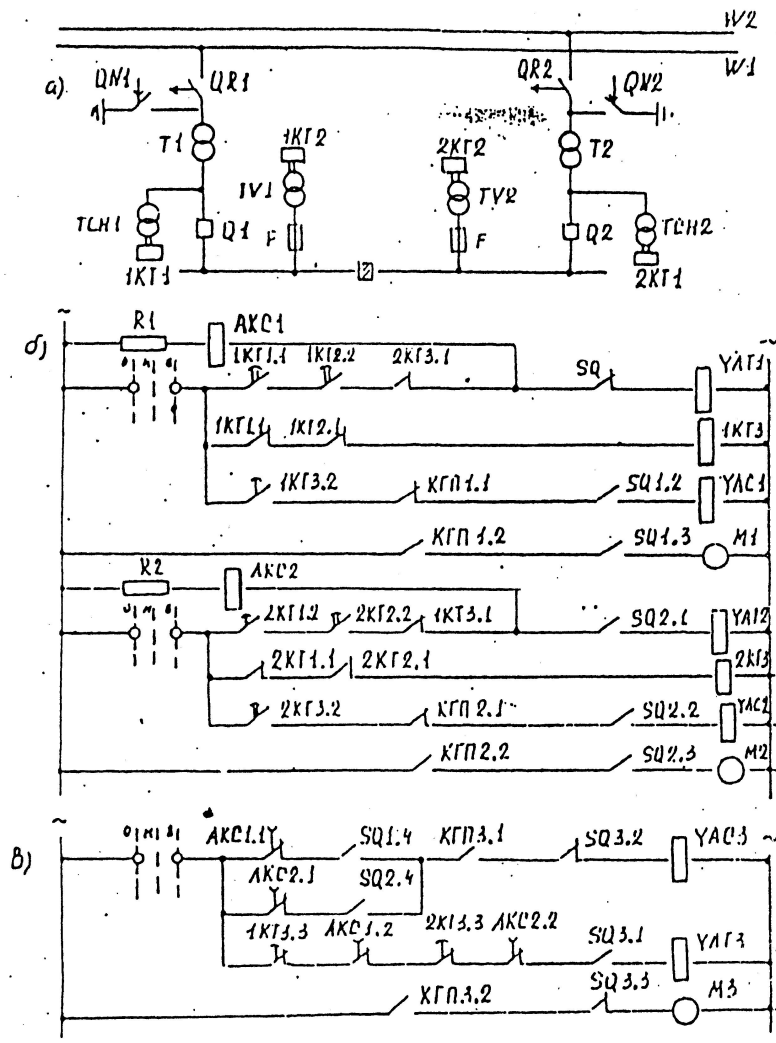


Рис. 7. Система АВР секционного выключателя на нормальном оперативном поле для цст. с КЗ и ДД.
 а) полная схема;
 б) цепи управления выключателей Q1 и Q2;
 в) цепи управления и АВР выключателя Q3.

22

Для блокування нового включення вимикача Q2 на КЗ у випадку пошкодження блок-контакту Q1.3 передбачене реле KL, яке спрацьовує при відключенні вимикачів Q1 і Q2 (блок-контакти Q1.2 і Q2.1 замкнені).

При спрацьовуванні реле KL самоблокується контактом KL2, а контактом KL1 розриває ланцюг електромагніту, що включає, YAC2, і включення вимикача не відбувається навіть у випадку, якщо привод вимикача Q2 буде заведений при замиканні блок-контакту Q1.3.

Деблокування реле KL відбувається при включенні одного з вимикачів Q1 і Q2 або при виводі АВР із роботи пристроєм ОУ, що його відключає.

Пружини приводу вимикача Q2 заводяться електродвигуном М при включеному положенні вимикача Q1, коли замикається його блок- контакт Q 1.3, після повного заводу пружин, що включають, або підживлення вантажу двигун відключається кінцевим вимикачем.

III. Схема АВР секційного вимикача на змінному струмі підстанцій з короткозамикачами й віддільниками (рис. 7).

Секційний вимикач Q3 нормально відключений. Оперативний струм для живлення схеми автоматики подається від трансформаторів власних потреб.

Особливість схеми в тому, що при зникненні напруги на одній з ліній АВР включає секційний вимикач, а при відновленні напруги на лінії автоматично збирає нормальну схему підстанції.

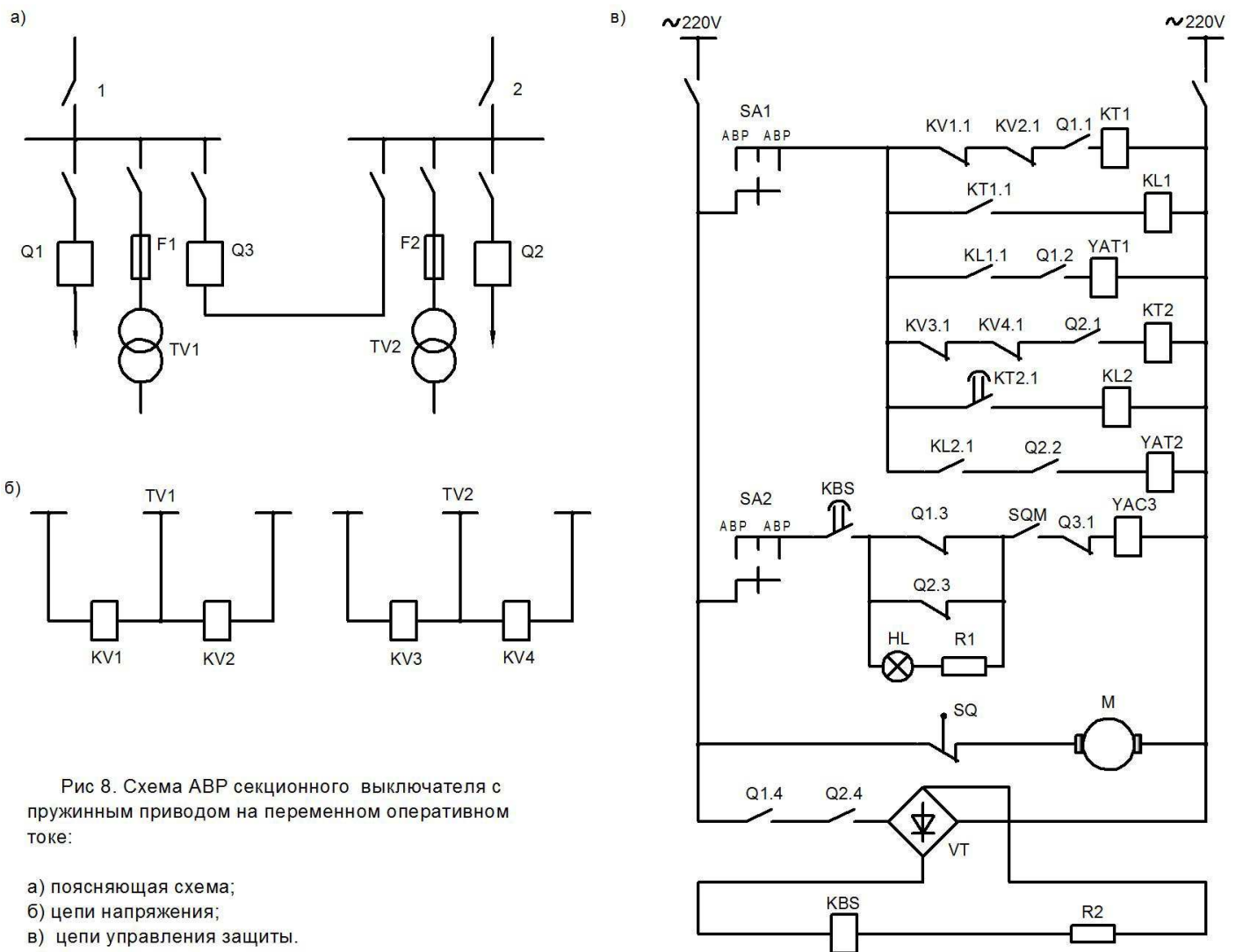


Рис 8. Схема АВР секционного выключателя с пружинным приводом на переменном оперативном токе:

- а) поясняющая схема;
- б) цепи напряжения;
- в) цепи управления защиты.

Пусковими органами схеми є власні реле часу 1КТ1, 1КТ2 і 2КТ2, контакти яких включені послідовно в ланцюги відповідних котушок вимикання. Обмотки реле КТ1 і КТ2 включені на різні трансформатори ТСН і TV, що виключає можливість неправильної дії пускових органів при несправностях у ланцюгах напруги. Реле КТ1, підключені до трансформаторів власних потреб ТСН, які у свою чергу підключені до силових трансформаторів до вимикачів Q, використовуються також для контролю над появою напруги на знеструмленому раніше трансформаторі Т1 або Т2 при включенні відповідної лінії.

У випадку зникнення напруги на 1-ій секції шин підстанції в результаті вимикання лінії ЛІ запускаються реле часу 1КТ1 і 1КТ2 і розмикають свої миттєві контакти 1КТ1.1 і 1КТ2.1 знімаючи напругу з обмотки реле часу 1КТ3. Це реле при знятті напруги миттєво повертається у вихідне положення, а при подачі напруги спрацьовує із установленою витримкою часу.

Із заданою витримкою часу замкнуться контакти 1КТ1.2 і 1КТ2.2 реле часу й створюють ланцюг для живлення котушки вимикання YAT1 вимикача Q1. При відключенні вимикача Q1 замкнуться його блок-контакти SQ1.4 у ланцюзі котушки включення YAC3 секційного вимикача Q3 SQ1.2 і SQ1.3 відповідно в ланцюзі котушки включення YAC1 вимикача Q1 і в ланцюзі двигуна пружинного або вантажного приводу вимикача Q1. Оскільки контакт реле АКС1 діє, що забезпечує однократність, АВР, має витримку на розмикання своїх контактів АКС1.1, то при замиканні блок-контактів SQ1,4 котушка включення YAC3 одержить живлення й секційний вимикач увімкнеться, подаючи напругу на 1-у секцію шин підстанції.

З появою напруги на шинах першої секції реле 1КТ2 одержить живлення, замкне свій контакт 1КТ2.1 і розімкне контакт 1КТ2.2. Реле 1КТ1 залишиться без напруги, тому його контакт 1КТ1.1 залишається розімкнутим і реле часу 1КТ3 буде як і раніше перебувати у вихідному положенні, тримаючи розімкнутими всі свої контакти.

IV. Схема АВР секційного вимикача із пружинним приводом на змінному оперативному струмі (рис.8).

У нормальному режимі вимикачі Q1 і Q2 першої й другої секцій підстанції включені, секційний вимикач Q3 відключений. Електродвигун М, що відключається кінцевим вимикачем SQ служить для заводу пружини. Реле блокування KBS забезпечує однократність дії АВР і одержує живлення від випрямного моста VT. Готовність схеми АВР до роботи сигналізується лампою HL. Ключі SA1 і SA2 установлені в положення АВР. Реле мінімальної напруги KV1..KV4 і реле блокування включені. Пружина приводу секційного вимикача Q3 заведена; при цьому контакт положення пружини приводу SQM замкнуто, кінцевий вимикач SQ - розімкнуто.

Ланцюги управління живляться змінним оперативним струмом напругою 220 В від трансформаторів напруги TV1 і TV2 встановлених на кожній секції. При цьому магістраль ланцюгів управління автоматично перемикається на ту секцію, де не порушено живлення. Цим забезпечується надійність живлення оперативних ланцюгів пристрою АВР.

При аварії на першій секції й зникненні на ній напруги спрацьовують реле KV1 і KV2, включаючи реле KT1, яке своїм контактом KT1.1 з витримкою часу включає проміжне реле KL1. Контакт KL1.1, замикаючись включає ланцюг електромагніту вимикання YAT вимикача Q1, який відключається. Допоміжний контакт вимикача Q1.3 включає електромагніт YAC3 секційного вимикача Q3, чим звільняється попередньо заведена пружина приводу цього вимикача. Секційний вимикач Q3 включається й відновлює живлення на першій секції від лінії 2, що залишилась в роботі. Одночасно спрацьовує двигун М, заводячи пружину й підготовлюючи схему до нового циклу спрацьовування. При зникненні напруги на другій секції схема працює аналогічно.

При відключенні вимикачів Q1 або Q2 реле блокування KBS розмикає з витримкою часу ланцюг включення електромагніту YAC3.

При включенні секційного вимикача Q3 на КЗ вимикання його відбувається миттєво своїм власним струмовим захистом, вбудованим безпосередньо в привід.

Захист на вимикачі Q2 при цьому не повинен спрацьовувати оскільки його витримка часу більше; тому друга секція шин залишається в роботі.

Схема широко застосовується в мережах напругою 6..10 кВ внаслідок її простоти, надійності в експлуатації й відсутності необхідності в джерелі оперативного постійного струму.

Принципова схема АВР секційного вимикача з електромагнітним приводом типу ПС або ПЭ залишається тією ж і використовується на підстанціях, де є оперативний постійний струм.

Автоматичне частотне розвантаження

Режим ЕС, що встановився, характеризується балансом потужностей: сумарна потужність P_r , що генерується, рівна споживаній підприємствами потужності P_n тобто $P_r = P_n$. Порушення балансу потужностей супроводжується зміною частоти струму в електричній мережі. Якщо $P_r < P_n$, то частота зменшується, а у випадку $P_r > P_n$ - збільшується. Одночасно із цим знижується напруга.

Невелике зниження частоти, на дещо десятих доль герца, не представляє небезпеки для нормальної роботи енергосистеми, хоча й приводить до погіршення економічних показників. Зниження ж частоти більш ніж на 1-2 Гц становить серйозну небезпеку й може призвести до повного розладу роботи енергосистеми. Для найшвидшого відновлення частоти до визначеного мінімуму вдаються до використання наявного в системі резерву потужності й до розвантаження системи шляхом вимикання частини найменш відповідальних споживачів. Останнє здійснюється спеціальними пристроями автоматичного частотного розвантаження (АЧР), що спрацьовують при небезпечному зниженні частоти.

Для запобігання зайвих відключень усі споживачі, що підлягають відключенню, діляться по ступеню їх відповідальності на ряд груп (черг), кожна

з яких відключається через визначений час при різних значеннях частоти в міру її зниження. Існує два способи призначення черг аварійного розвантаження: селективними чергами й розвантаження великим числом черг.

При розвантаженні селективними чергами призначаються уставки розвантаження по частоті, потужність черги, що відключається, і витримці часу (табл. 1)

Таблиця 1

Номер черги	$f_{\text{ср}}$, Гц	$P_{\text{отк}}$, %	t, с
I	48,0	4,0	0,3-0,5
II	47,5	5,0	0,3-0,5
III	47,0	6,0	0,3-0,5
IV	46,5	7,0	0,3-0,5
V	46,0	8,0	0,3-0,5
Додаткова	47,0	4,0	20-30

Уставка спрацьовування по частоті суміжних черг відрізняється на 0,5 Гц. Ця величина обрана з умови забезпечення селективної дії черг, а сама уставка задається за допомогою реле частоти.

У ряді випадків, коли не вдається забезпечити повне відновлення частоти в системі за допомогою основних черг, передбачається додаткова черга розвантаження із частотою спрацьовування 47 Гц і витримкою часу 20...30 с. Вона починає працювати одночасно із третьою чергою (див. табл.1). Якщо за рахунок дії основних черг частота буде піднята вище 47,0 Гц, додаткова черга повернеться у вихідне положення й вимикання не відбудеться. По цьому способі до першої й другої черги відносяться маловідповідальні споживачі, з яких починається селективне розвантаження ЕС.

Розвантаження з великим числом черг підрозділяється на першу (АЧРІ) і другу (АЧРІІ) категорії.

Перша категорія призначена для припинення зниження частоти й має уставки 48,5-46,5 Гц, при яких призначається велика кількість черг (10-20). До черг із уставками, близькими до верхньої межі (48,5 Гц), приєднуються маловідповідальні споживачі. Сумарна потужність споживачів, що приєднуються до АЧРІ, складає приблизно, 30% від потужності виділюваного району.

Друга категорія АЧР із єдиною по частоті 46,5 Гц для всіх черг цієї категорії й різними уставками за часом призначена для "витягування" частоти після дії АЧРІ до рівня ступені 49,5-50,0 Гц. Мінімальна уставка за часом АЧРІІ вибирається рівною 10 с, а кількість черг - великою (10-20) із затримкою за часом між суміжними чергами з 2-3 с. Таким чином, АЧРІІ, як і АЧРІ робить розвантаження дрібними чергами.

СХЕМИ АВАРІЙНОГО ЧАСТОТНОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ

В основу схем АЧР покладені реле частоти типу РЧ- I на напівпровідникових елементах. Вони містять фазосдвигаючу систему (рис.10,а), що складається із частотозалежного елемента ($X_L - X_C - 3R$) і активного дільника напруги (ланцюг $1R - 2R$). На вході фазосдвигаючої схеми подається напруга U_c . Струм I_2 , що проходить по ланцюгу активного дільника, і напруга U_2 завжди збігаються з напругою U_c (рис 10, б). Фаза струму I_1 , у ланцюзі частотозалежного елемента стосовно напруги U_c визначається співвідношенням опорів X_L і X_C , величина яких залежить від частоти прикладеної напруги. При цьому струм I_1 , може випереджати, збігатися й відставати від напруги U_c . Напруга U_1 завжди збігається, по фазі зі струмом I_1 .

Таким чином, зміна частоти напруги U_c супроводжується зміною кута φ між напругами U_1 і U_2 . Схема виконана так, що напруга U_1 відстає від напруги U_2 (рис. 10,б), якщо частоти в мережі більше частоти спрацьовування ($f > f_{cp}$) і випереджає його (рис. 10,в), якщо $f < f_{cp}$.

I. Схема АЧР із однією й двома чергами.

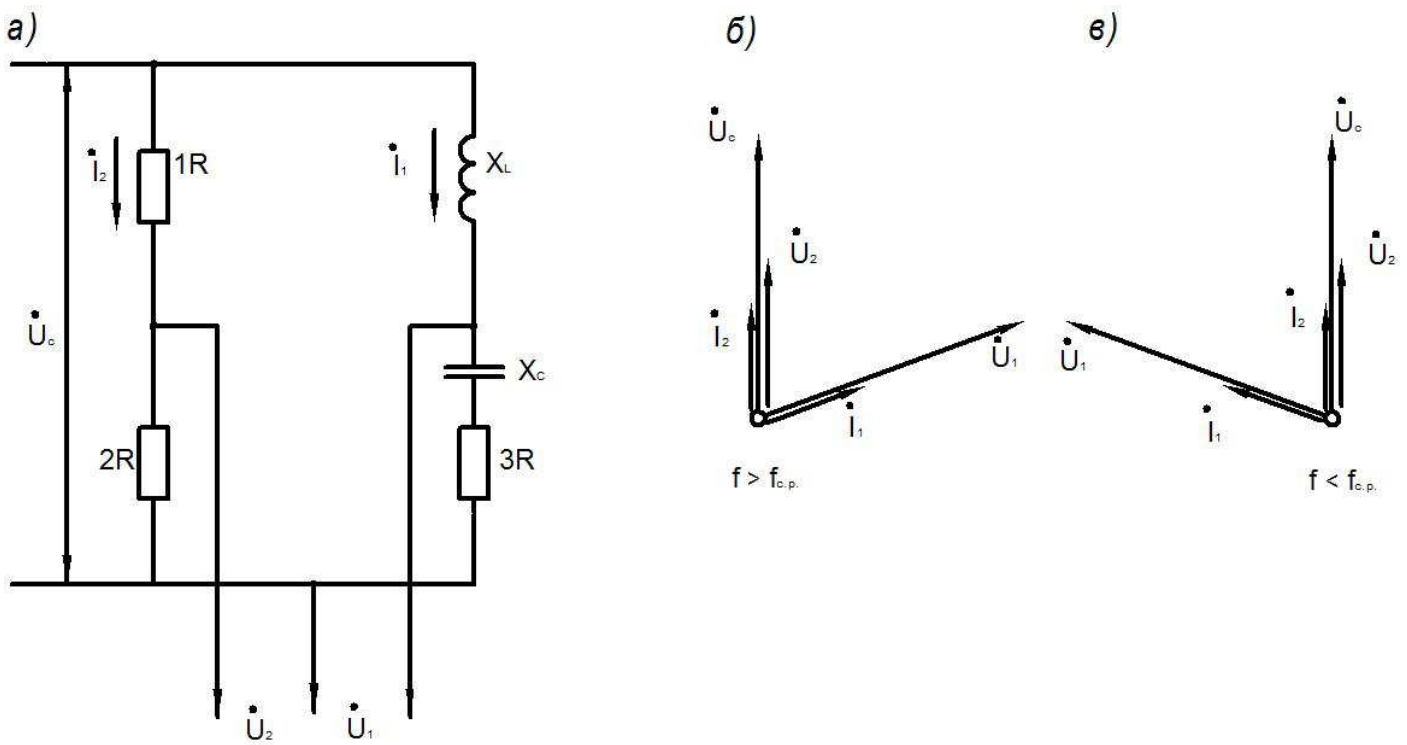


Рис. 10. Фазосдвигающая схема реле частоты типа РЧ (а) и ее векторные диаграммы.

Найбільш проста схема АЧР, що забезпечує вимикання однієї черги споживачів із заборною дії АПВ, наведена на рис.11,а. У неї входять: реле частоти зниження, що фіксує, частоти КФ, реле часу КТі проміжне реле КЛ.

При зниженні частоти значення спрацьовування реле частоти (на схемі не показане) замикає свій контакт КФ і запускає реле часу КТ. Із заданою витримкою часу проміжне реле КЛ подає сигнал на вимикання споживачів і на заборону дії АПВ.

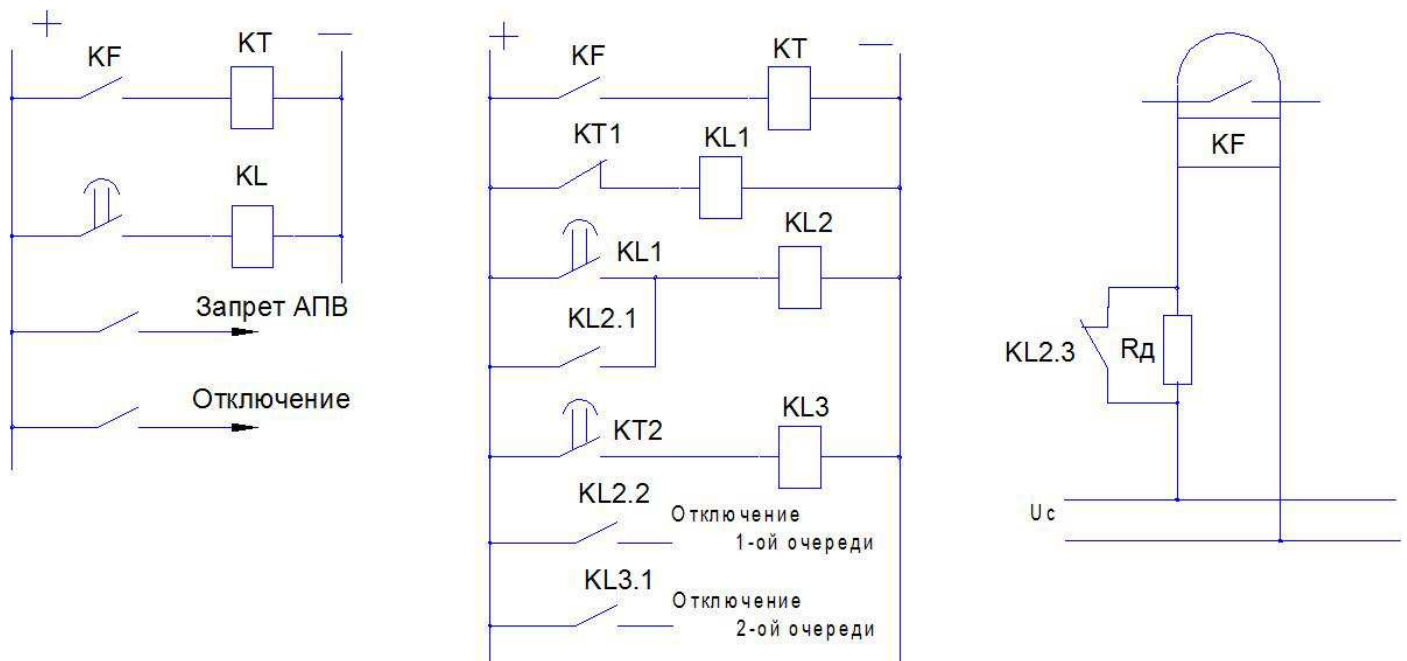


Рис.11. Схема АЧР с одной (а) и двумя (б) очередями

Якщо на підстанції є споживачі різних категорій, вимикання яких повинне здійснюватися при різних уставках по частоті, необхідно мати кілька розглянутих схем АЧР. Можливий і інший варіант, у якому для економії апаратури використовується одне реле частоти з перенастроюванням його на різні частоти.

У схемі АЧР із двома чергами (рис 11,б) при спрацьовуванні реле запускається реле часу КТ, яке своїм миттєвим контактом КТ1 знімає живлення із проміжного реле КЛ1. Останнє повертається у вихідне положення з затримкою і через 0,5с замикає ланцюг реле КЛ2, яке контактом КЛ2.1 стає на самопідживлення, а контактом КЛ2.2 подає сигнал на вимикання першої черги навантаження. Це реле контактом КЛ2.3 перенастроює реле частоти КФ на іншу, більш низьку уставку по частоті й повертає останнє на вихідне положення. При подальшому зниженні частоти реле КФ знову спрацьовує й повторно запусить реле часу КТ, яке з витримкою часу контактом КТ2 подає живлення на обмотку проміжного реле КЛ. Це реле робить вимикання другої черги споживачів. Такий принципом зміни уставки спрацьовування реле частоти можна використовувати й для більшого числа черг.

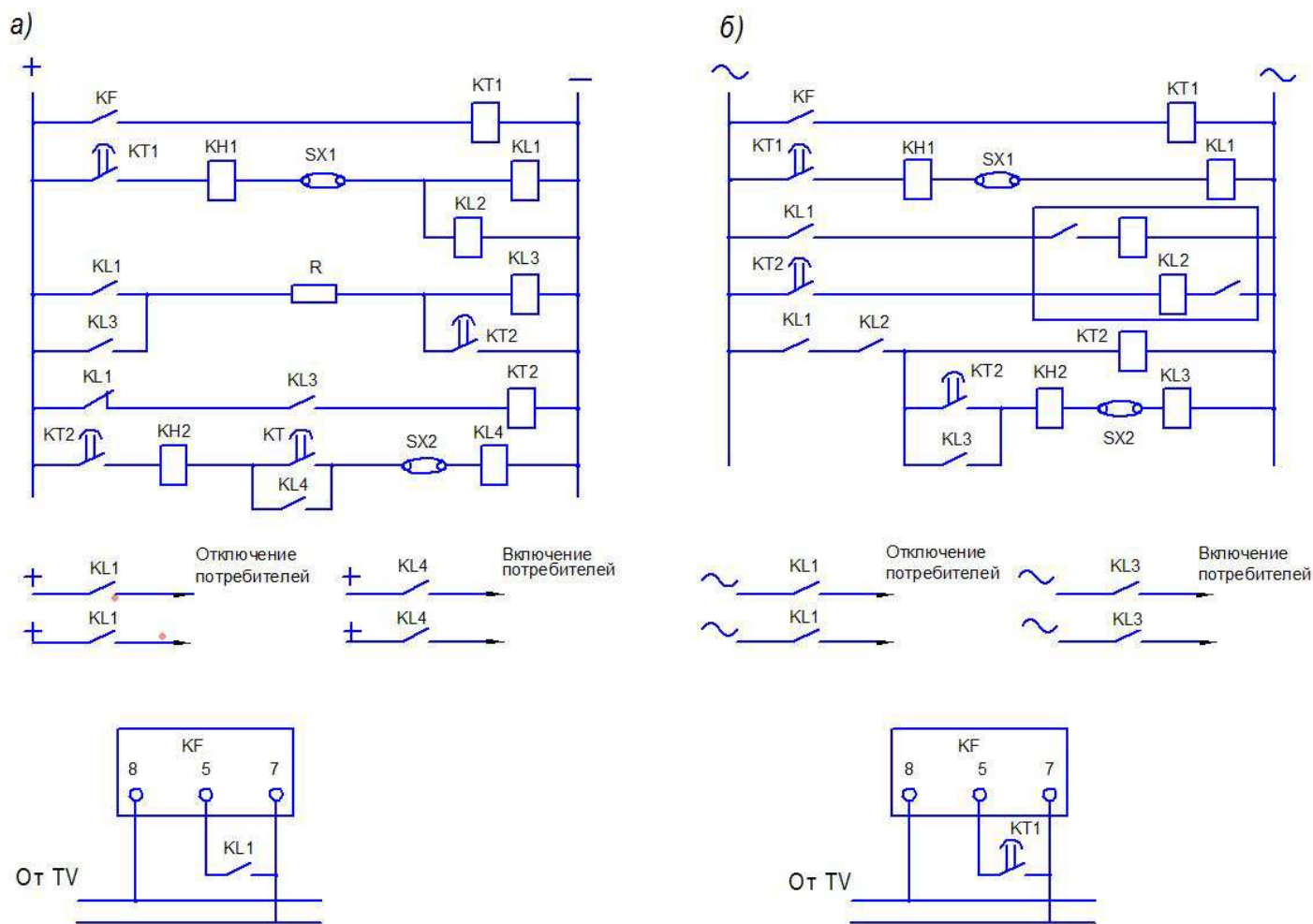


Рис.12. Схемы АЧР и ЧАПВ на постоянном (а) и переменном (б) оперативном токе.

II. Схема частотного АПВ.

Для прискорення відновлення живлення споживачів, відключених при спрацьовуванні АЧР, застосовують спеціальний вид автоматики АПВ після АЧР, таким чином частотне АПВ (ЧАПВ). ЧАПВ спрацьовує після відновлення частоти в ЕС і дає імпульс на вмикання відключених споживачів. У схемі з однією чергою АЧР із ЧАПВ на постійному оперативному струмі (рис.12,а) використовується реле частоти, уставка спрацьовування якого перемикається автоматично.

При зниженні частоти до уставки спрацьовування відповідної черги АЧР спрацює реле частоти KF і запустить реле часу КТ. Після цього як замкне контакт реле часу, спрацюють проміжні реле KL1 і KL2 і відключать групу споживачів. Одночасно замикаючий контакт реле KL1 шунтує частину опору в ланцюзі обмотки реле частоти, внаслідок чого уставка спрацьовування його

збільшується. Тепер після зміни уставки контакт реле частоти розімкнеться лише після того, як частота в енергосистемі відновиться до величини нової уставки, приблизно 50 Гц. Реле KL1 при спрацьовуванні замикає також своїм контакт ланцюг обмотки проміжного реле KL3, яке спрацьовує й самоутримується.

Після відновлення нормальної частоти реле KF і KT1 розімкнуть свої контакти. При цьому реле KL1 вернеться й замкне контакт у ланцюзі обмотки реле часу KT2. Оскільки контакт KL3 уже замкнуто, реле KT2 починає працювати й через витримку часу, установлену на контакті, що прослизає, замкне ланцюг обмотки проміжного реле KL4. Останнє, спрацювавши, самоутримується через свій замикаючий контакт і подає імпульси на включення вимикачів споживачів, що відключалися дією АЧР. Повернення схеми здійснюється після упорного контакту реле часу KT2, що замикається, витримка часу на якому відрізняється від витримки часу контакту KT2, що прослизає, приблизно на 1 с. Після замикання упорного контакту реле KL3 повернеться й розімкне ланцюг обмотки реле часу KT2.

Вказівні реле КН1 і КН2 служать для сигналізації спрацьовування АЧР і ЧАПВ. За допомогою накладки 1Н може бути виведена в дії цілком розглянута автоматика, а за допомогою накладки 2Н тільки ЧАПВ.

Аналогічна схема АЧР і ЧАПВ на змінному оперативному струмі наведена на рис.12,б. При зниженні частоти спрацює реле KF замкне ланцюг обмотки реле часу змінного струму KT1, яке одним контактом, що замикаються з витримкою часу, змінить уставку спрацьовування реле частоти, а другим подасть імпульс на проміжне реле KL1, що відключає відповідні лінії. На обох контактах KT1 регулюються однакові витримки часу. Реле KL1, спрацьовуючи, замкне ланцюг верхньої обмотки двопозиційного реле KL, яке переключить свої контакти й підготує ланцюг обмотки реле часу ЧАПВ 2В.

Так само, як і в попередній схемі, реле KT2 спрацює після повернення реле частоти й замикання розмикального контакту реле KL1. Після замикання

контакту, що прослизає, KL3 спрацює проміжне реле ЗП и подасть імпульси на включення ліній, що відключилися під дією АЧР. Повернення схеми у вихідне положення здійснюється після замикання упорного контакту реле часу КТ2, що приводить до переключення реле KL2 і відновлення нормальної схеми. Призначення вказівних реле й накладок те ж, що й у схемі на рис. 12,а.

ЧАПВ є досить ефективним засобом автоматизи, що прискорюють відновлення живлення споживачів, що відключалися дією АЧР. Тому ЧАПВ доцільно встановлювати на підстанціях з відповідальними споживачами, на підстанціях без постійного обслуговуючого персоналу, із чергуванням вдома, далеко розташованих від місця розміщення виїзних оперативних бригад.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Указати назву, ціль роботи й короткі методичні вказівки.
2. Навести короткий опис принципу роботи схем автоматизи (рис.1,5,6,8,10,11,12).
3. Письмово відповісти на контрольні запитання згідно із прийнятим варіантом.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Призначення АПВ і вимоги до них. Чому після вимикання короткого замикання причина, що викликала ушкодження, часто самоусувається? Що розуміється під успішною дією пристроїв АПВ? Чим обумовлюється ефективність роботи цих пристроїв? Чим пояснюється успішна робота пристроїв АПВ у кабельних мережах?

2. Які АПВ застосовуються на лініях з однобічним живленням як здійснюється пуск АПВ? Вимоги до схем АПВ і визначення їх параметрів.

3. Принцип дії й устрій РПВ-58. Чому відсоток успішної роботи пристроїв АПВ двократної дії більше відсотка успішної роботи пристроїв АПВ однократної дії? Чим обумовлюється мінімальний час автоматичного повторного включення повітряної лінії електропередачі, по якій проводиться однобічне живлення споживача?

4. Призначення пристрою РПВ-58 і його конструкція. Чому установка пристроїв АПВ для повітряних ліній електропередачі розглядається як захід, що збільшує надійність роботи ліній під час грозової діяльності?

5. Вимоги до АПВ. Пристрій АПВ на лінії 110 кВ із однобічним живленням виведене в ремонт; лінія відключилася від захисту. Чи припустимо робити її негайне включення від руки без попереднього огляду встаткування? Чи можна робити від руки включення лінії напругою 35-220 кВ енергетичної системи, що живить район, після того як лінія відключилася пристроєм захисту, увімкнулася пристроєм АПВ і відключилася знову пристроєм захисту?

6. Принцип прискорення захисту до та після АПВ. У яких межах звичайно встановлюється час дії однократних і двократних АПВ на лініях, по яким проводиться однобічне живлення споживачів? Як забезпечується однократність дії АПВ?

7. Призначення й вимоги до АПВ. Як здійснюється пуск і заборона дії АПВ? Чим досягається однократність і двократність дії пристроїв АПВ? Яким чином виконується блокування від багаторазових включень і відключень вими-кача?

8. Принцип здійснення почергового АПВ. Які переваги й недоліки пристроїв АПВ із пуском від захисту в порівнянні з пристроями АПВ із пуском від невідповідності? Як ще може проводитися пристроїв АПВ? Що таке заборона АПВ, як вона здійснюється?

9. Яке призначення й принцип дії прискорення захисту до й після АПВ? Які функції виконують реле КВЗ, конденсатор С і реле фіксації в схемах АПВ?

10. Чим забезпечується однократна дія АПВ? Як визначається час заряду конденсатора комплектного пристрою РПВ-58? Як здійснюється пуск АПВ?

11. Перелічіть вимоги до схем АПВ. Які уставки АПВ Ви знаєте? Як забезпечується однократність дії АПВ при стійкому КЗ на лінії?

12. Чим забезпечується успішність АПВ, у яких випадках застосування АПВ найбільш ефективно? Як повинна узгоджуватися робота пристроїв автоматичного включення з дією релейної захисти з погляду забезпечення селективності роботи захистів на даній ділянці? У яких випадках повинна здійснюватися заборона дії АПВ?

13. Яке призначення АВР і їх види? Вимоги до АВР. Навіщо в схемах пускового органа АВР.

Список літератури

1. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. - М. : Высш.шк.; 2006.-639с.
2. Беркович М.А., КомбзовА.Н., Семенов В.А. Основы автоматки энергосистем. - М.: Энергоиздат, 1981. С. 8-33,77-107, П4-П8, 305-324.
3. Барзам А,Б. Системная автоматика. - М.: сйергоатомиздат, 1969. С.* 176-180, 201-205, 362-366.
- 4.Электротехнический справочник / Под ред. В. Г.Герасимовича, П.Г.Грудинского, Л.А.Жукова и др. - М.: Энергоиздат, 1982. - Т.3, Кн. I. - 420 с.

Упорядники:
В. Д. Трифонов, професор
О.Р. Ковальов, ст. викл
Д. В. Трифонов, доцент

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 6

«Вивчення схем системної та мережної автоматики на традиційній елементній базі»
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики »
для студентів напрямку підготовки
6.050701 «Електротехніка та електротехнології »

Друкується в редакції укладача

Підписано до друку 20.08.13. Формат 30 x 42/4.
Папір Rollux. Ризографія. Умовн. друк. арк 1,2.
Обліково-видавн. арк 1,2. Тираж 30 прим. Зам. №

Безкоштовно

Кафедра систем електропостачання

ДВНЗ НГУ
49027, м. Дніпропетровськ -27, просп.К.Маркса,19.