

Лекція 6

(4 години)

АВТОМАТИЗАЦІЯ В ЕНЕРГОСИСТЕМАХ

План лекції

1. Ефективність автоматизації електричних мереж.
2. Автоматичне повторне вмикання.
3. Автоматичне вмикання резерву.
4. Автоматичне частотне розвантаження мережі.
5. Схема керування віддільником і короткозамикачем.
6. Автоматичне секціонування і вмикання резерву розподільних ліній напругою 10 кВ.

1 Ефективність автоматизації електричних мереж

Автоматика – сукупність приладів і механізмів, що здійснюють виробничий процес без безпосередньої участі людини. У випадку виробництва, передачі та розподілення електроенергії засоби автоматизації здійснюють автоматичне керування технологічним процесом та автоматичне регулювання параметрів мережі.

Застосування засобів автоматизації на підстанціях та в електричних мережах забезпечує наступні переваги:

- 1) значне зменшення кількості аварій, що гарантує безперервність електропостачання споживачів;
- 2) підвищення надійності роботи обладнання;
- 3) підвищення швидкості виконання технічних операцій;
- 4) зменшення кількості обслуговуючого персоналу;
- 5) зменшення капіталовкладень, оскільки розміри приміщень станцій чи підстанцій зменшуються;
- 6) підвищення якості енергії внаслідок більш досконалого регулювання частоти й напруги;
- 7) покращення умов роботи обслуговуючого персоналу;

8) зменшення собівартості електроенергії (скорочення експлуатаційних витрат);

В повністю автоматизованих електроустановках всі режими забезпечуються власною автоматикою.

Економічний ефект від автоматизації буде високим лише при органічному поєднанні засобів автоматики з основним обладнанням системи електропостачання при взаємному узгодженні операцій всього технологічного процесу.

Ступінь автоматизації підстанції (мережі), конкретні схеми і обладнання вибирають на підставі техніко-економічних розрахунків.

2 Автоматичне повторне вмикання

В системах електропостачання пристрій автоматичного повторного вмикання (АПВ) діє на вмикання вимикача, наприклад, лінії електропередачі після відключення її релейним захистом.

Більша частина пошкоджень (60...70%) в сільських повітряних електричних мережах напругою понад 1 кВ виникає із причин, що самоусуваються. До цих причин відносяться: атмосферні перенапруги; короткочасне з'єднання проводів; накиди на проводи та ін. В таких випадках автоматичне повторне вмикання ліній слідом за їх аварійним відключенням дозволяє швидко відновити нормальну роботу електроустановок.

Автоматичне повторне вмикання, внаслідок якого відновлюється електропостачання споживачів, називається **успішним**.

Якщо причина пошкодження лінії не усувається (стійке к.з.), то після АПВ захист спрацьовує знову і знеструмлює мережу. Таке АПВ називається **неуспішним**. Після ліквідації пошкодження на лінії необхідно вручну відновити живлення лінії.

За кратністю дії розрізняють одно-, дво- та багатократне АПВ.

Ефективність однократного АПВ становить 60...70 %, другого циклу АПВ – 10...15%, третього циклу – до 3%.

Автоматичне повторне вмикання сприяє підвищенню надійності електропостачання споживачів. Для оцінки роботи АПВ прийнято певні критерії.

Успішність АПВ визначається відношенням кількості успішних (результативних) вмикань до загальної кількості випадків повторного вмикання. Пояснюється це тим, що причина вимикання того чи іншого елемента схеми електропостачання за час безструмової паузи після спрацювання захисту може самоліквідуватись.

Надійність роботи пристрою АПВ визначається безвідмовністю спрацювання як релейного захисту, так і комутаційного апарата (вимикача), яким здійснюється повторне вмикання.

Ефективність застосування пристрою АПВ визначається сумою можливого народногосподарського збитку за рік експлуатації мереж, якого вдалося уникнути завдяки впровадженню пристрою АПВ. Найбільшу ефективність мають АПВ повітряних ліній електропередачі з одностороннім живленням, для яких не передбачено подачі напруги від резервного джерела.

Варіанти автоматичного повторного вмикання можна класифікувати за такими ознаками:

- а) за кількістю фаз – трифазні й однофазні;
- б) за обладнанням, на яке подається напруга пристроєм АПВ – АПВ повітряних або кабельних ліній електропередачі, трансформаторів, шин, електродвигунів;
- в) за типом комутаційної апаратури, на яку діє пристрій АПВ – масляні і повітряні вимикачі, контактори або магнітні пускачі, запобіжники;
- г) за кратністю дії – одно-, дво- та багатократні;
- д) за способом виконання – механічні, пневматичні і електричні;
- є) за тривалістю дії – швидкодіючі, що створюють безструмову паузу 0,5 с і менше, і нормальні, з регулюванням часу безструмової паузи.

У сільських мережах АПВ обов'язково використовують для повторного вмикання повітряних ліній. Також можливе використання АПВ трансформаторів, кабельних ліній та іншого обладнання, але воно має значно нижчу ефективність і тому його застосування обмежено.

Найбільш поширеним є трифазне електричне АПВ однократної дії. АПВ однократної дії є найпростішим як за конструкцією самого пристрою, так і за готовністю до повторного вмикання.

До пристроїв АПВ висуваються наступні основні вимоги:

1) **постійна готовність** до дії. АПВ повинно забезпечуватися при всіх аварійних відключеннях вимикача, за виключенням випадку, коли відключення відбулося слідом за вмиканням вимикача вручну. Також АПВ не повинно відбуватися при оперативному відключенні вимикача персоналом;

2) пристрій АПВ повинен забезпечуватися **витримкою часу**, що встановлюється завчасно (безструмова пауза до АПВ), яку вибирають із заданих умов;

3) пристрій АПВ повинен забезпечуватися **автоматичним поверненням в стан готовності** до нової дії після успішного циклу повторного вмикання та забезпечувати задану кратність дії.

Останнім часом в сільських електричних мережах із одностороннім живленням впроваджуються пристрої багатократного АПВ. Між циклами роботи багатократного АПВ вибирають наступні проміжки часу (витримки часу): перший імпульс на АПВ після вмикання кола подається через 0,5...2 с, другий – через 10...20 с, а третій – через 1...5 хв.

Пристрій АПВ може запускатися або від релейного захисту, або при будь-якому вмиканні вимикача. В останньому випадку передбачається блокування при вмиканні вимикача обслуговуючим персоналом (дистанційно чи за допомогою пристрою телемеханіки), а також при дії певного захисту (наприклад, диференціального).

У нашій країні набули поширення схеми АПВ двох типів – з використанням однократної дії ковзного контакту реле часу і з використанням розряду конденсатора.

В розподільних сільських мережах найширше використовують привод ПП-67, який здійснює вмикання вимикача під дією натягнутих пружин. Натяг пружин здійснюється автоматично двигуном *M* (рисунок 1) після спрацювання привода на вмикання вимикача.

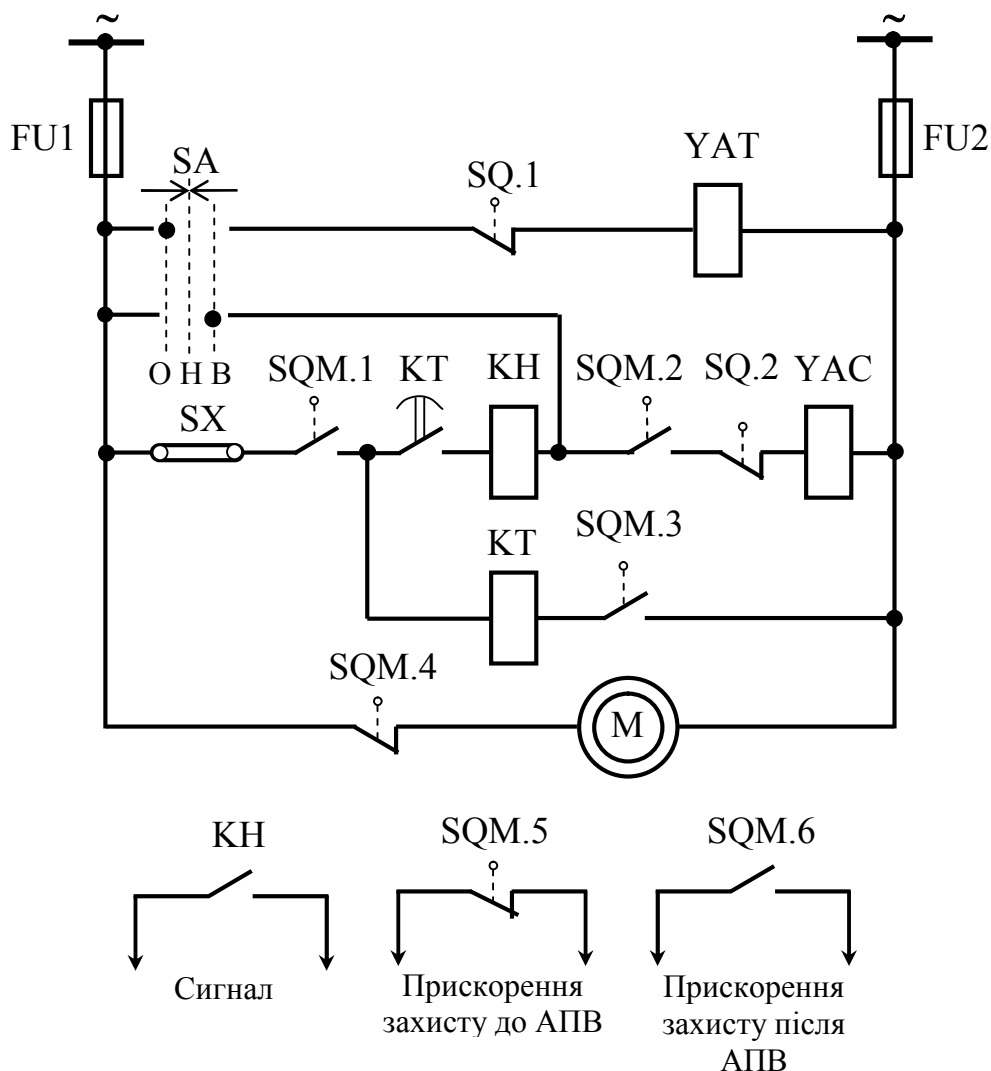


Рисунок 1 – Схема однократного АПВ із електричним пуском

В нормальному режимі при ввімкненому вимикачі пружини повинні бути завжди натягнутими. Тому після вмикання вимикача (коли пружини розслаблені) через замкнуті блок-контакти *SQM.4* (рисунок 1) кінцевого вимикача електродвигун *M* живиться від шин керування і заводить пружину. Після натягнення пружини кінцевий вимикач механізму заведення пружини привода спрацьовує, розмикаються контакти *SQM.4* і двигун *M* вимикається. Пристрій АПВ підготовлений до дії. Контакт *SQM.2* замикається після підготовки при-

вода до вмикання. Пуск АПВ здійснюється від контактів привода *SQM.1* і *SQM.3*, які замикаються після вимикання вимикача Q захистом від окремого електромагніту (коло не показано). При цьому спрацює реле часу *KT*, яке під час безструмової паузи із витримкою часу замкне свої контакти *KT*. Котушка електромагніту *YAC* отримує живлення і, спрацьовуючи, вивільняє заскочку механізму вмикання. Під дією пружини привода вимикач Q вмикається. Після вмикання вимикача Q його блок-контакти *SQ.2* розімкнуться і розірветься коло живлення котушки *YAC*. Коло обмотки реле часу *KT* при успішному АПВ також розімкнеться, бо контакти *SQM.1* і *SQM.3* після спрацювання привода розімкнуться. При неуспішному АПВ реле *KT* залишається спрацьованим, а його імпульсний контакт буде розімкнутим до тих пір, поки вимикач Q не буде ввімкнутий перемикачем *SA*.

Це забезпечує однократність дії АПВ. Пружини привода автоматично заводяться після успішного і неуспішного АПВ.

Для двократного АПВ виготовляється реле типу РПВ-258. Пристрій АПВ двократної дії можна виконати двома комплектами пристроїв однократних АПВ типу РПВ-58.

Пристрої трикратного АПВ розповсюдження в сільських електричних мережах не набули.

На сьогодні також застосовується напівпровідниковий пристрій двократного АПВ типу АПВ-2П, який має два однотипні реле часу, що забезпечують незалежну безструмову паузу першого і другого циклів АПВ. Цей пристрій може використовуватися з приводом будь-якого типу і забезпечує дистанційне вмикання вимикача. Для оперативної перевірки непошкодженості пристрій має вбудований елемент.

Сучасні напівпровідникові та мікропроцесорні пристрої захисту мають у своєму складі блок автоматики із функцією АПВ.

3 Автоматичне вмикання резерву

Пристрої *автоматичного вмикання (введення) резерву* (АВР) використовуються для підвищення надійності електропоста-

чання (живлення) споживачів. Вони здійснюють автоматичне вмикання резервного джерела живлення або резервного обладнання після аварійного вимикання основного джерела живлення або основного (робочого) обладнання.

Пристрої АВР доцільно встановлювати не лише на електростанціях і в електричних мережах енергосистем, а й при електропостачанні виробничих процесів на об'єктах, технологія яких не допускає навіть короточасних перерв у живленні.

Оскільки пристрій АВР вмикає резервне джерело живлення при пошкодженні основного, ефективність його не залежить від стійкості пошкодження, а успішність значно перевищує кількість успішних АПВ. За статистичними даними успішність дії пристроїв АВР в енергосистемах становить 90...95%.

Неуспішним АВР може бути лише при стійких коротких замиканнях на шинах підстанції або в резервних лініях. Щоб уникнути вмикання резервної напруги живлення на стійке коротке замикання основного джерела, пристрій АВР спрацьовує лише після повного вимикання основного (робочого) джерела від резервного об'єкта.

Схеми пристроїв АВР вибирають в залежності від місцевих умов, схеми з'єднання електроустановки та типу основного обладнання. У сільському електропостачанні найбільш поширене автоматичне вмикання резервних ліній і трансформаторів.

Для забезпечення безперебійності електропостачання використовують живлення споживачів двома лініями або двома трансформаторами. Живлення споживача може здійснюватись від одного трансформатора, а інший знаходиться в резерві (явний резерв). Але при цьому недостатньо використовується обладнання.

Більш розповсюдженим є варіант, коли обидва трансформатори підстанції знаходяться в роботі, але працюють роздільно, кожний з них на свою частину навантаження, наприклад, на секцію шин підстанції. Між секціями шин встановлюється секційний вимикач, який в нормальному режимі роботи знаходиться в розімкне-

ному стані. При аварійному відключенні одного із трансформаторів порушення електропостачання на частині споживачів відновлюється дією пристрою АВР, завдяки чому вмикається розімкнений секційний вимикач на шинах підстанції. Живлення при цьому переводиться на один трансформатор, який забезпечує електроенергією обидві секції шин (прихований резерв). Аналогічно може виконуватися АВР лінії.

На рисунку 2 наведено схему керування і автоматики секційного вимикача на стороні 10 кВ підстанції 35/10 кВ з двома трансформаторами.

При нормальній роздільній роботі двох секцій реле мінімальної напруги $KV1...KV4$ ввімкнуті, їх контакти в колах реле часу розімкнуті, пружинний привод заведений, його контакти SQA замкнуті.

При зникненні напруги, наприклад на шинах першої секції (I секція), спрацьовують реле $KV1, KV2$ і вмикається реле $KT1$, яке з витримкою часу через проміжне реле $KL1$ замикає коло вмикання секційного вимикача $Q3$ електромагнітом $YAC1$.

Після вмикання вимикача $Q3$ контакти $Q3.1$ розмикаються, вимикаючи електромагніт $YAC1$. При не заведеному приводі це коло буде також розімкнене контактами привода SQL . Вмикання секційного вимикача фіксує вказівне реле KH , контакти якого вмикають лампу в коло сигналізації.

При ввімкненні секційного вимикача $Q3$ відновлюється живлення споживачів першої секції, замикаються контакти $Q3.2$ і мотор-редуктор M заводить привод для наступних операцій. При повністю заведеної пружині контакти $SQ.2$ розмикаються і мотор-редуктор вмикається. Вмикання секційного вимикача $Q3$ може здійснюватись лише при вимкнутому вимикачі вводу I секції (у нашому випадку $Q1$), блокувальні контакти якого знаходяться в колі вмикання електромагніту $YAC1$.

Аналогічна дія буде при зникненні напруги на шинах другої секції (II секція) при цьому спрацьовують реле $KV3, KV4, KT2, KL2$.

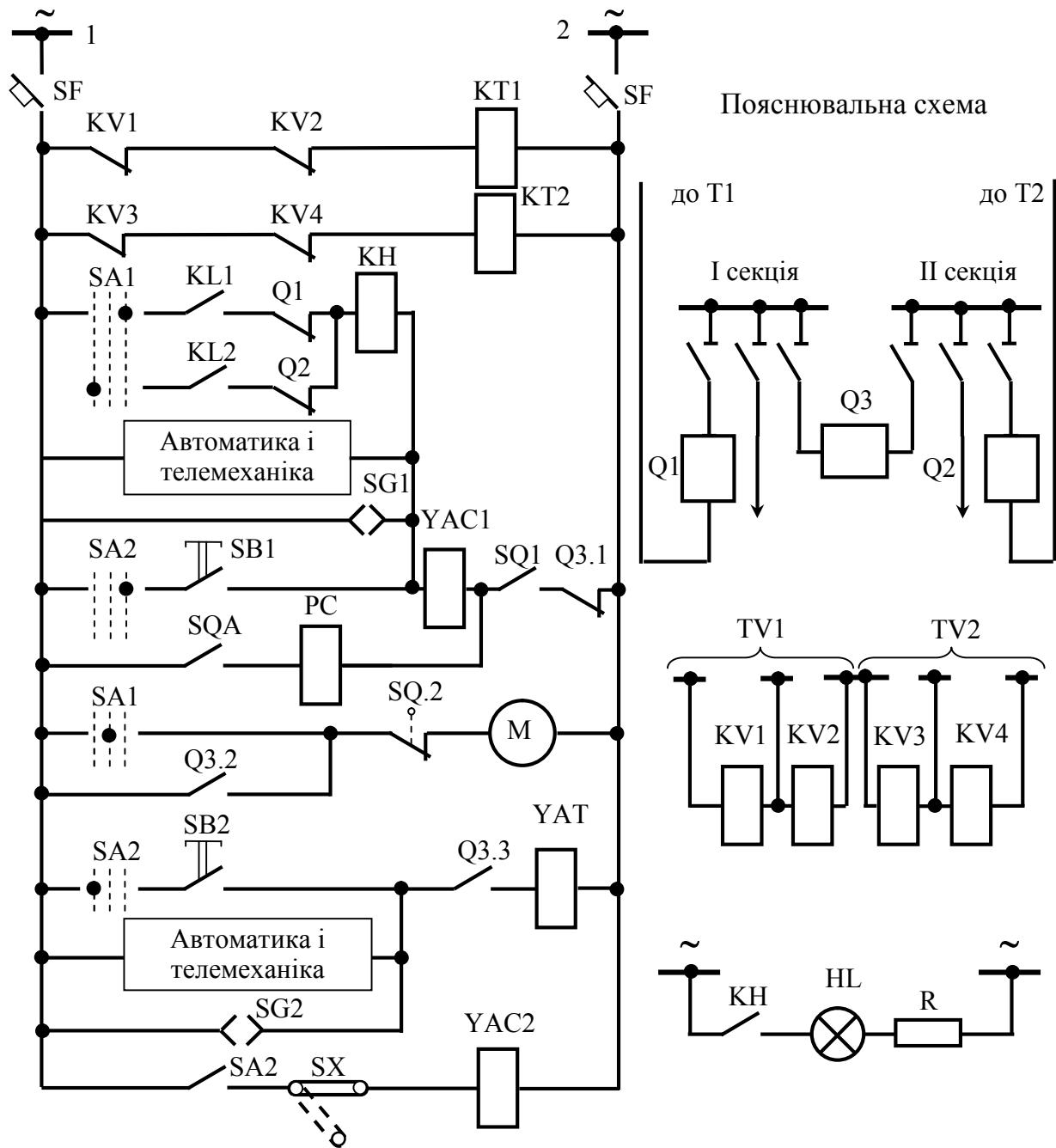


Рисунок 2 – Схема керування і автоматики секційного вимикача 10 кВ

Вмикання секційного вимикача може здійснюватись також від пристрою автоматики і телемеханіки, від кнопки *SB1*, а також через штепсельну розетку *SG1*. Кількість вмикань секційного вимикача фіксує лічильник імпульсів *PC*, коло якого вмикається через блок-контакти аварійного вимикання *SQA* вводу.

Вимикання секційного вимикача *Q3* здійснюють електромагнітом *YAT* від кнопки *SB2* автоматики і телемеханіки або від штеп-

сельної розетки $SG2$, імпульс на вимикання проходить лише при ввімкнутому вимикачі блокування здійснюється контактами $Q3.3$.

Якщо секційний вимикач вмикається на коротке замикання, то він вимикається від максимального струмового захисту через проміжне реле $KL3$ електромагнітом $YAC2$. Накладкою SX можна вивести захист з дії. Аналогічно діє АВР при зникненні напруги на шинах другої секції.

4 Автоматичне частотне розвантаження мережі

Потужність P_2 , яку виробляють генератори в усталеному режимі, завжди дорівнює потужності P_n , яку споживають (з урахуванням втрат в окремих елементах електропередачі):

$$P_2 = P_n. \quad (1)$$

Якщо рівність (1) порушується, то виникає дефіцит генерованої потужності при вимиканні окремих генераторів і збільшенні навантаження або надлишок її – при зменшенні навантаження. Небаланс потужності при цьому становить:

$$\Delta P = P_2 - P_n \quad (2)$$

Під дією цього небалансу змінюється частота обертання всіх агрегатів енергосистеми: збільшується при $P_2 > P_n$ і зменшується при $P_2 < P_n$.

Дефіцит активної потужності можна ліквідувати, якщо є мобільний «гарячий» резерв (тобто в доаварійному режимі турбіни генераторів завантажуються не повністю). Якщо такого резерву немає, то при дефіциті потужності агрегати енергосистеми почнуть загальмовуватись.

При зменшенні частоти обертання агрегатів знижується частота струму. Зі зменшенням останньої зменшиться продуктивність

споживачів (для вентилятора, наприклад, вона пропорціональна квадрату частоти, для насосів – кубу частоти струму); зменшується і їх потужність. Процес зниження частоти струму зупиниться тоді, коли при новому її значенні буде виправдовуватись рівність (1), тобто дефіцит потужності дорівнюватиме нулю.

Автоматичне частотне розвантаження (АЧР) при виникненні дефіциту активної потужності вимикає частину споживачів (зменшує потужність, що споживається) і тим самим запобігає зниженню частоти в енергосистемі до недопустимого рівня. При цьому електропостачання основних споживачів не порушується, і відновити електропостачання вимкнених споживачів можна достатньо швидко.

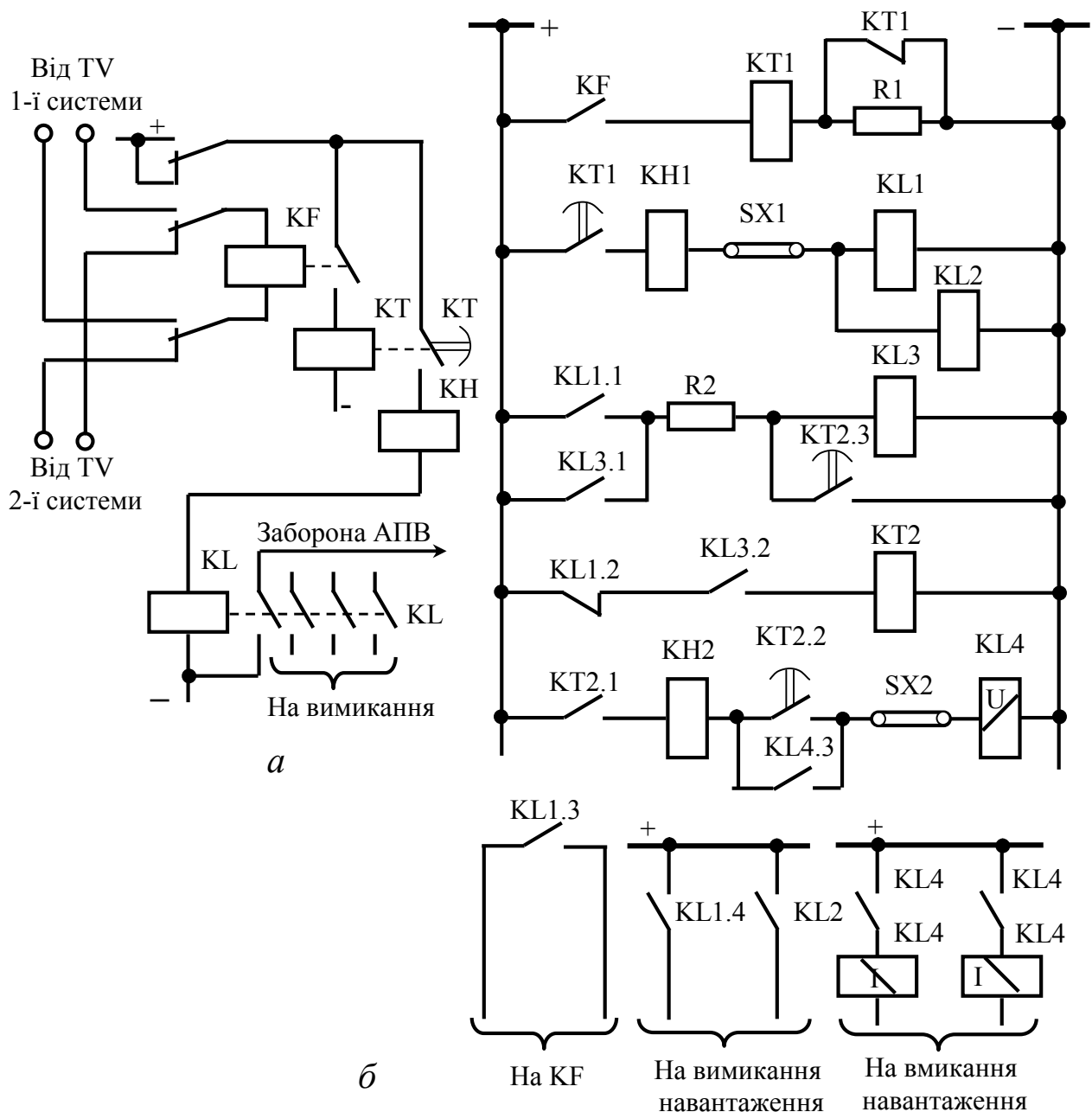
Вимикання споживачів пристроями АЧР виконується так, щоб не було навіть короткочасного зниження частоти струму нижче 45 Гц, а час роботи з частотою нижче 47 Гц не перевищував би 20 с, а з частотою 48,5 Гц – 50 с.

Сучасні пристрої АЧР повинні ліквідувати будь-яку аварію незалежно від дефіциту активної потужності, його територіального розповсюдження і характеру зміни. Потужність, що вимикається, повинна приблизно відповідати дефіциту, тобто пристрій АЧР повинен сам налаштовуватися на цю величину. Вимикання споживачів здійснюється кількома чергами. Здебільшого їх визначають з розрахунку на певну частоту.

Для частотного розвантаження використовують також пристрої АЧР, що реагують на швидкість зміни частоти струму з витримкою часу в залежності від частоти, з використанням обчислювальних машин, тощо.

На рисунку 3, а зображено схему АЧР без подальшого автоматичного вмикання. Реле зниження частоти KF діє на вимикачі через реле часу KT та вихідне проміжне реле KL . При спрацюванні проміжного реле одночасно подається «заборона» на пристрій АПВ. Реле зниження частоти вмикають до трансформатора напруги.

Розглянемо схему АЧР із АПВ після поновлення частоти (ЧАПВ), яка наведена на рисунку 3, б.



a – без подальшого АПВ; *б* – із АПВ після поновлення частоти

Рисунок 3 – Схема АЧР

При дії реле зниження частоти *KF* вмикається реле часу *KT1*, яке контактом *KT1* вмикає проміжні реле *KL1* і *KL2*. Від другого ступеня вмикається реле часу *KT2*. При спрацюванні першого ступеня (від реле *KF*) контактами *KL1.1* замикається коло на вмикання реле *KL3*, яке через контакти *KL3.1* блокує контакти *KL1.1*, а контактами *KL3.2* підготовлюється коло пуску реле часу *KT2*. Контактими *KL1.3* проміжне реле *KL1* збільшує уставку реле частоти до рівня запуску схеми ЧАПВ (АПВ після роботи АЧР), а контактами *KL1.4* вмикає коло на вимикання навантаження.

Після підвищення частоти струму до рівня уставки ЧАПВ реле частоти повертається, його уставка знижується до частоти уставки черги АЧР. Одночасно контактом *KL1.2* запускається реле *KT2* й імпульсним контактом *KT2.2* діє на АПВ навантаження (реле *KL4*), а упорним контактом *KT2.3* самодеблокується, і вся схема повертається у вихідне положення.

В практичних схемах у зв'язку з тривалою витримкою часу ЧАПВ і АЧР-2 (другої черги) використовують моторні реле часу, в тому числі й багатоконтактні, що дозволяє здійснювати на одному реле кілька черг АЧР-2 і ЧАПВ. Якщо після дії ЧАПВ частота струму знову зменшується, то необхідно передбачити заборону повторної дії ЧАПВ.

В схемах частотного розвантаження можуть бути використані електромеханічні реле ИВЧ-3, напівпровідникові типу РЧ-1, УРЧ-3М або мікропроцесорні типу БРЧН-100 та ін.

5 Схема керування віддільником і короткозамикачем

Крім розглянутих схем АПВ і АВР відхідних ліній і АВР трансформаторів, на підстанціях використовують спрощені схеми, без вимикачів з боку вищої напруги, а з короткозамикачами і віддільниками (рисунок 4). У таких схемах при короткому замиканні в трансформаторі, або на його виводах спрацьовує один із релейних захистів трансформатора, вмикаючи коло живлення електромагніту вимикання.

Таким захистом може бути газове реле або максимальний струмовий захист типу МСЗ, який використовується для захисту ліній з одностороннім живленням і силових трансформаторів 35, 110 та 220 кВ на підстанціях без вимикачів на боці вищої напруги.

При дії релейного захисту трансформатора замикаються контакти реле *KA1* або *KA2*. Від батареї конденсаторів *CB1* спрацьовує електромагніт *YAC.N* приводу короткозамикача і короткозамикач *QN* спрацьовує (замикається). При цьому в мережі живлення трансформатора створюється штучне коротке замикання, яке вимикається вимикачем, встановленим на початку лінії живлення (на підстанції по-

переднього ступеня напруги). Аналогічна дія короткозамикача буде при спрацюванні газового захисту трансформатора (контакт *KSQ*).

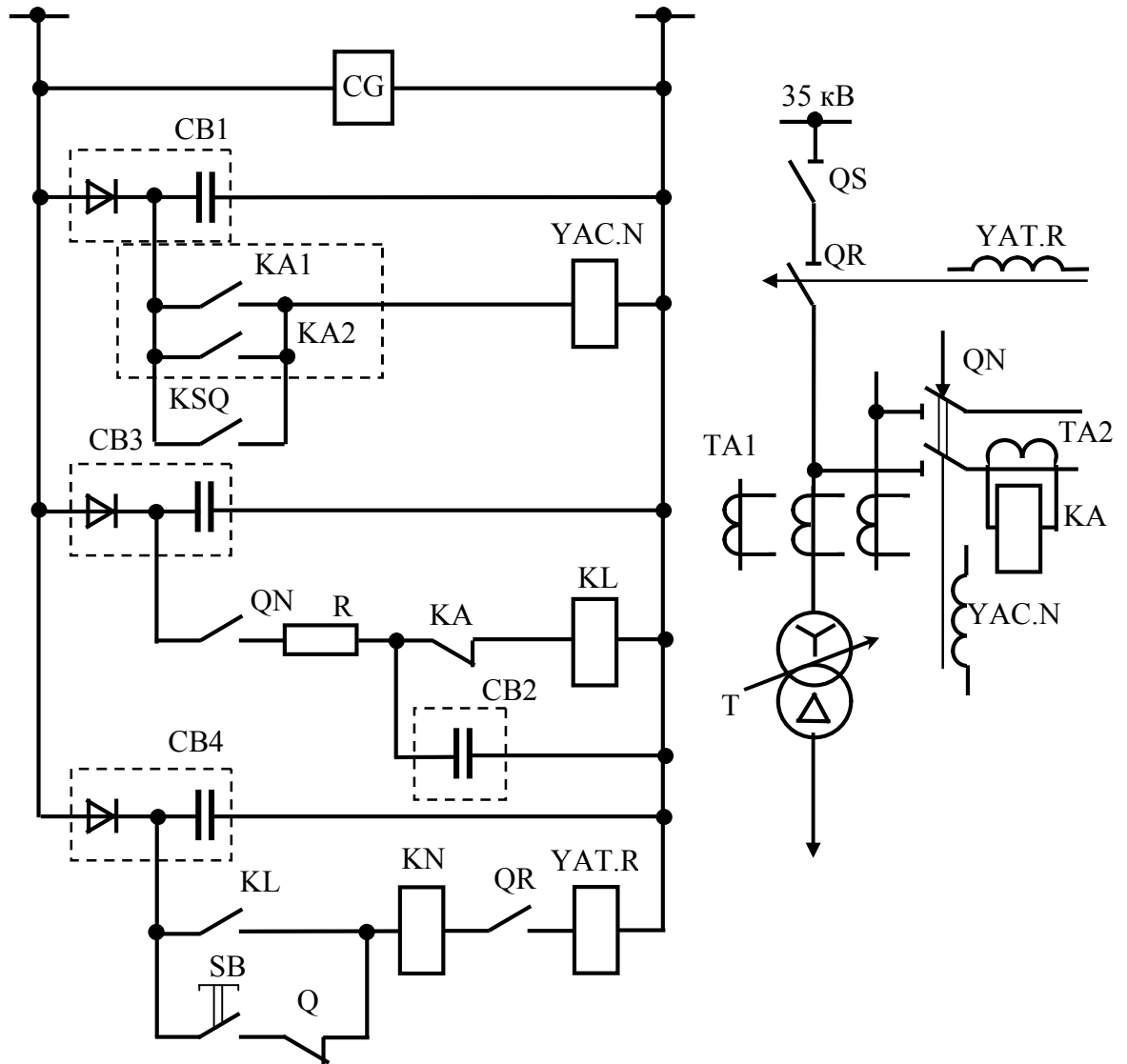


Рисунок 4 – Схема керування віддільником і короткозамикачем

При замиканні *QN* від батареї конденсаторів *CB3* вмикається коло проміжного реле *KL*, контакти якого вмикають привод *YAT.R* на вмикання віддільника *QR* в безструмову паузу. Електромагніт *YAT.R* приводу віддільника живиться від батареї конденсаторів *CB4*. Щоб забезпечити вимикання віддільника у безструмову паузу, використовують реле *KA*, яке включається до вторинної обмотки трансформатора струму *TA2*. При проходженні струму к.з. контакт реле *KA* буде розімкнутим. Від блока живлення *CB3* заряджатиметься блок конденсаторів *CB2*. В безструмову паузу контакти *KA*

замкнуться і від блоку конденсаторів *CB2* спрацює проміжне реле *KL*. Резистор *R* і конденсатори блоку *CB2* будуть створювати витримку часу до спрацювання реле *KL* і відпадання його контактів в кінці роботи реле.

Вимикання віддільника фіксує реле *KN*, а коло котушки електромагніта привода *YAT.R* розривається контактами віддільника при його вимиканні.

При повторному відновленні живлення (АПВ на живлячій підстанції) відновлюється живлення усіх інших споживачів мережі при надійному від'єднанні пошкодженого трансформатора.

6 Автоматичне секціонування і вмикання резерву розподільних ліній напругою 10 кВ

Для підвищення надійності електропостачання в радіальних розімкнутих мережах можуть використовуватись роз'єднувальні пункти з використанням роз'єднувачів РЛНДА-1-10 для ліній напругою 10 кВ і роз'єднувачів РНДЗ-35/1000 для ліній напругою 35 кВ. Автоматизація здійснюється при використанні пунктів секціонування з вимикачами ВС-10 і ВСП-10 (застарілі бакові вимикачі). Для автоматичного секціонування можна використовувати також пункти секціонування типу КРН-10У1 з масляним вимикачем ВМГ-10, або пункти секціонування на базі вакуумних вимикачів серії ВВ/TEL-10 (реклоузери).

В замкнутих електричних мережах доцільно використовувати пункти АВР і секціонування. Вони забезпечують поділ мережі на окремі ділянки, автоматичне вимикання пошкодженої ділянки і автоматичний ввід резерву (АВР).

Для автоматизації електричних мереж використовують також закриті трансформаторні пункти (ЗТП). Така підстанція обладнана шафами робочого і резервного вводу і є прохідною підстанцією лінії з двостороннім живленням.

На рисунку 5 наведено схему використання ЗТП для секціонування лінії напругою 10 кВ.

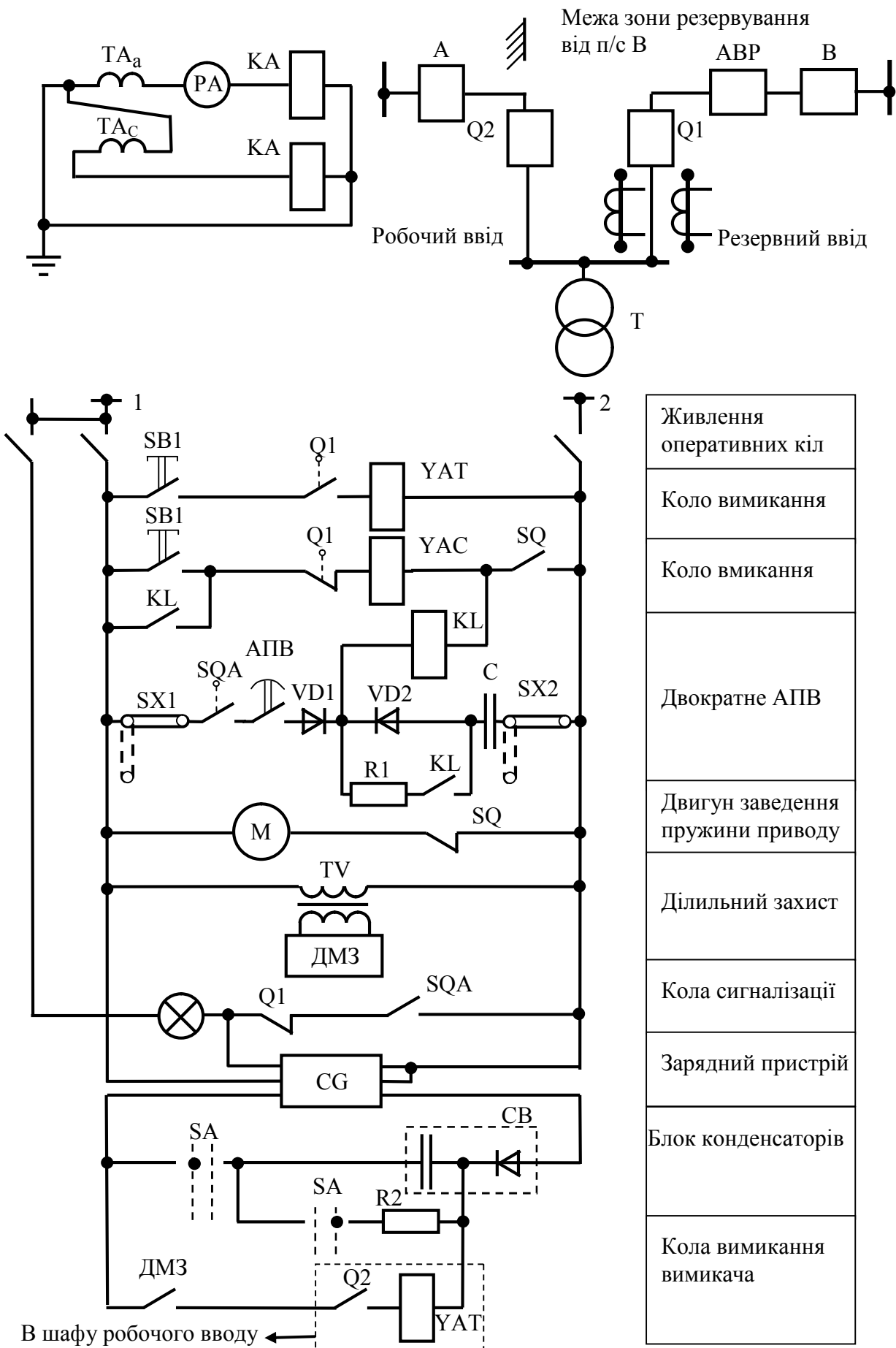


Рисунок 5 – Схема секціонування ПЛ 10 кВ із використанням ЗТП

Якщо на лінії живлення від підстанції А виникне коротке замикання, то від релейного захисту вимкнеться вимикач комірки резервного вводу підстанції. Його блок-контакти Q в колі електромагніту YAC замкнуться, замкнуться також і контакти аварійного вимикання SQA . У колі сигналізації загоряється лампа HL . У колі двократного АПВ через контакти SQA , імпульсний контакт пристрою (АПВ) в приводі і діод $VD1$ замкнеться коло реле KL . При спрацюванні останнього замкнуться контакти KL в колі електромагніту вмикання YAC через контакти $Q1$ і замкнуті блок-контакти SQ (пружина заведена). Вимикач $Q1$ ввімкнеться. Резистор $R1$ після замикання контакту KL зашунтує діод $VD2$ і конденсатор C зарядиться від шин керування. Мотор-редуктор M при замкнутих контактах SQ кінцевого вимикача буде заводити пружину привода. Якщо коротке замикання стійке, то від релейного захисту вимикач знову вимкнеться. Ділильний захист, що працює при відсутності напруги з боку 0,4 кВ, з витримкою часу замкне свої контакти в колі вимикача $Q2$, що знаходиться в комірці робочого вводу.

Через контакти $Q2$ електромагніт вимикання YAT , що живиться від блока конденсаторів CG або від блока живлення, вимкне вимикач $Q2$, в результаті чого пошкоджена секція лінії з боку підстанції А буде відокремлена. Після заведення пружини привода контакти кінцевого вимикача SQ замкнуться, реле KL спрацює від зарядженого конденсатора C . Після замикання контактів KL здійснюється друге вмикання вимикача від електромагніту YAC .

Для ручного керування вимикачем $Q1$ використовують кнопки $SB1$ і $SB2$. Щоб АПВ не діяло при ручному вимиканні вимикача, накладки $SX1$ і $SX2$ знімають. Режим роботи кола живлення електромагніту вимикання вимикача $Q2$ задається пакетним вимикачем SA і резистором $R2$.

Схему використання ЗТП для здійснення одностороннього мережного АВР показано на рисунку 6, де зображено електричну схему вторинних з'єднань камери резервного вводу 10 кВ.

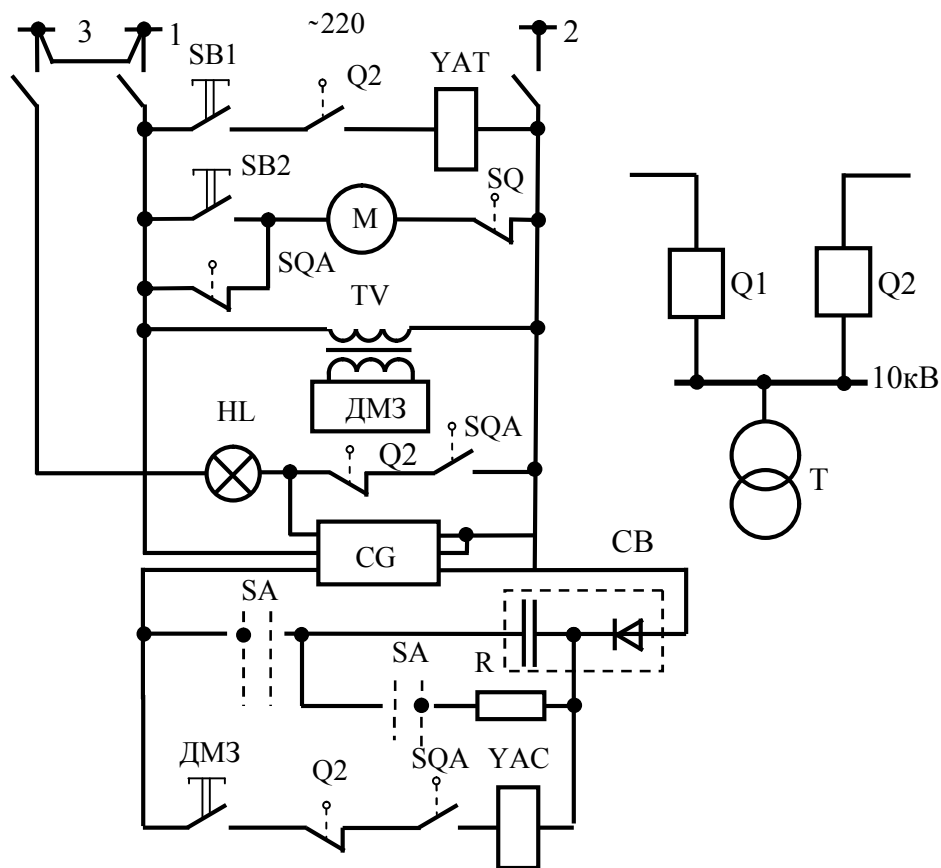


Рисунок 6 – Схема одностороннього АВР ПЛ 10 кВ із використанням ЗТП

При пошкодженні робочої лінії, від якої живиться підстанція через вимикач $Q1$, на шині 0,4 кВ зникне напруга, ділительний захист ДМЗ-10 з витримкою часу, достатньою для відстроювання від АПВ лінії, вимкне вимикач робочого вводу, замкнуться імпульсні контакти ДМЗ для захисту і аварійні блок-контакти привода SQA . Електромагніт вмикання YAC вимикача резервного вводу спрацює від блока конденсаторів CG . Підстанція буде переведена на резервне живлення. Блок конденсаторів заряджається від блока живлення і конденсаторів CG .

Після вмикання вимикачем резерву вводу його блок-контакти в колі електромагніту YAC розмикаються і роз'єднують коло живлення. Пакетним вимикачем SA типу ППМ2-10/Н2 можна перевести живлення кола електромагніту YAC безпосередньо на блок CG , при цьому блок конденсаторів шунтується резистором R (3000 Ом) типу ПЭ-50. Сигналізація вмикання вимикача здійснюється сигнальною лампою HL від шини сигналізації 3 через блок-контакти ви-

микача Q2 і замикаючі аварійні блок-контакти привода SQA. Розмикальні блок-контакти SQA в колі електродвигуна заводу пружини виключають повторні вмикання вимикача резервного вводу при вимиканні його від релейного захисту. Кнопки SB1 і SB2 призначені для ручного вимикання і вмикання вимикача вводу. Від кнопки SB1 спрацьовує електромагніт вимкнення YAT, після вимкнення вимикача його коло розмикається блок-контактом Q2, а від кнопки SB2 вмикається коло електродвигуна M заводу пружини, його коло розмикається кінцевим вимикачем SQ.

Закриті трансформаторні пункти можуть бути використані також для виконання двостороннього мережного резервування з використанням для робочого і резервного вводу 10 кВ шаф КСО-272.

Запитання для самоконтролю

1. Які переваги забезпечує автоматизація при експлуатації електричних мереж?
2. Що таке АПВ і як воно здійснюється?
3. Якими категоріями характеризується АПВ?
4. Які існують пристрої АПВ?
5. Що таке однократне та багатократне АПВ?
6. Що таке АВР і як воно здійснюється?
7. Чим відрізняється схема АВР односторонньої дії від схеми АВР двосторонньої дії?
8. Як здійснюється АВР секційного вимикача 10 кВ (підстанції 35/10 кВ)?
9. Як здійснюється частотне розвантаження мережі?
10. Що таке секціонування електричної мережі і як воно здійснюється?
11. Які комутаційні апарати застосовують для секціонування мережі?
12. Як працює схема керування віддільником і короткозамикачем?