

# АЛГОРИТМИ РЕАЛІЗАЦІЇ СХЕМ АВАРІЙНОГО ВКЛЮЧЕННЯ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ НА МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИСТРОЯХ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ І АВТОМАТИКИ

Курсон О.І., к.т.н., доцент, Полуботкін О.С., магістрант  
*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації енергосистем*

**Вступ.** Широкого розповсюдження для реалізації релейного захисту та автоматики (РЗА) підстанцій в Україні набули мікропроцесорні пристрої виробництва різноманітних постачальників електричного обладнання [1, 2]. Схеми організації аварійного включення резервного живлення (АВР) залежать від місця застосування трансформаторів напруги та типів мікропроцесорних пристроїв. Побудова алгоритмів мікропроцесорних пристроїв, вибраних для реалізації АВР і їх взаємодія, потребують більш поглибленого дослідження.

**Мета роботи.** Розробка алгоритмів для реалізації типових рішень АВР для впровадження в практику проектування та налагоджування обладнання електричних станцій і підстанцій

**Матеріали та результати досліджень.** Типові схеми АВР, розглянуті на прикладі застосування мікропроцесорних пристроїв SEPAM (Шнейдер Електрик, Франція), представлені в [3]. Аналогічний вид мають схеми з впровадженням мікропроцесорних пристроїв від інших виробників РЗА.

В залежності від розташування трансформаторів напруги (ТН) існує три основні схеми виконання АВР, в яких беруть участь три вимикача, обладнаних мікропроцесорними пристроями РЗА (МП РЗА). Для опису АВР їх можна розглядувати як три цифрових автомати пов'язаних між собою та вимірюючим і виконуючим устаткуванням. Один з автоматів вибирається ведучим, інші розглядаються як ведені. Функціонування мікропроцесорних пристроїв МП РЗА, для полегшення їх подальшого програмування, описуються логічними рівняннями та алгоритмами, які об'єднують їх взаємодію.

МП РЗА являються цифровими, виконують різні функції, мають різну кількість входів і виходів для прийому інформації та видачі команд. При запуску АВР, незалежно від вибраної схеми організації, необхідно провести перевірку по початковим умовам (ПУ), наведеним в [3], яка виконується згідно до стандартної підпрограми моніторингу відповідного обладнання підстанції. Основна програма вибудовується згідно до логічних рівнянь, побудованих в залежності до вибраної схеми реалізації. Тобто основним при проектуванні АВР з застосуванням МП РЗА являються вибір схеми організації, виділення входних і вихідних слів логічних змінних, побудова логічних схем (рівнянь), для кожного цифрового пристрою, їх об'єднання загальним алгоритмом функціонування АВР, враховуючим усі необхідні витримки часу.

Всі схеми організації АВР на МП РЗА можна звести до типової, загальної структури якої показано на рисунку 1. В багатьох випадках, підстанції на низькій

стороні проектується з одинарною системою шин, розділеною на секції А і В вимикачем СВ, зв'язаних вимикачами В1 і В2 з трансформаторами, на вході котрих встановлені вимикачі ВТ1 та ВТ2.

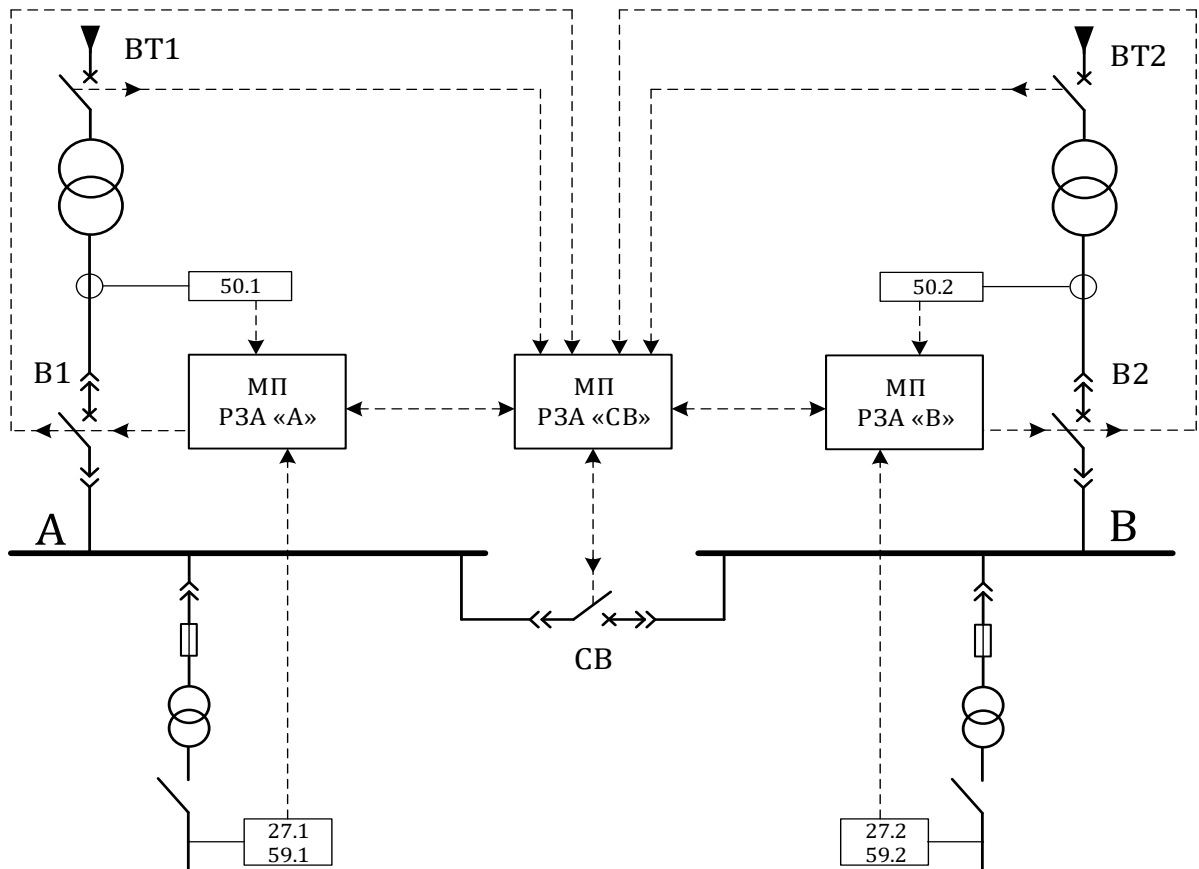


Рисунок 1 – Загальна структура побудови АВР на МП РЗА

Основне навантаження в розподілі функцій АВР покладається на МП РЗА «СВ», який вибирається ведучим. Розробку алгоритму покажемо на прикладі застосування логічних схем в супроводженні опису застосованих елементів.

На рисунку 2 представлена логічна схема для МП РЗА «А». В схемі:

$X_1$  – робота максимального струмового захисту (МСЗ) на ввіді «А»;

$X_2$  – робота захисту по мінімальній напрузі на секції «А»;

$X_5$  – дозвіл на вимкнення вимикача вводу «А» з МП РЗА «СВ»;

$X_{25}$  – перевірка на виконання початкових умов;

$X_6 = X_4 \cdot X_5$  – команда на вимкнення вимикача вводу «А»;

$X_4 = \overline{(X_1 + X_2 + X_{25})}$  – дозвіл на вимкнення вимикача вводу «А», сигнал дозволу на пуск АВР на МП РЗА «СВ»;

$X_3$  – робота захисту по максимальній напрузі на секції «А» – сигнал дозволу на пуск АВР з МП РЗА вводу «А».

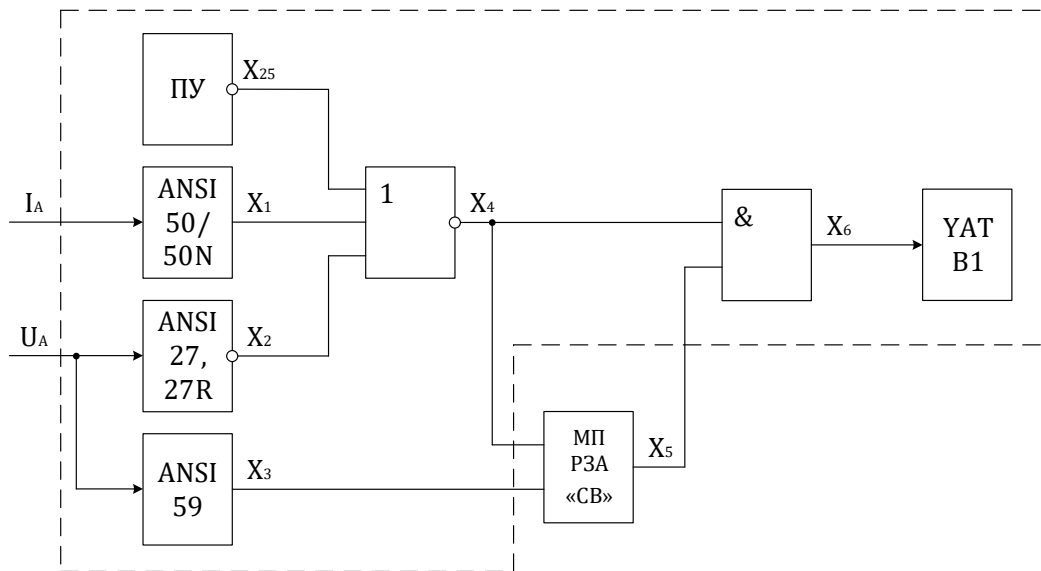


Рисунок 2 – Логічна схема для МП РЗА «А»

На рисунку 3 представлена логічна схема для МП РЗА «В». По конфігурації вона співпадає з представленою для МП РЗА «А».

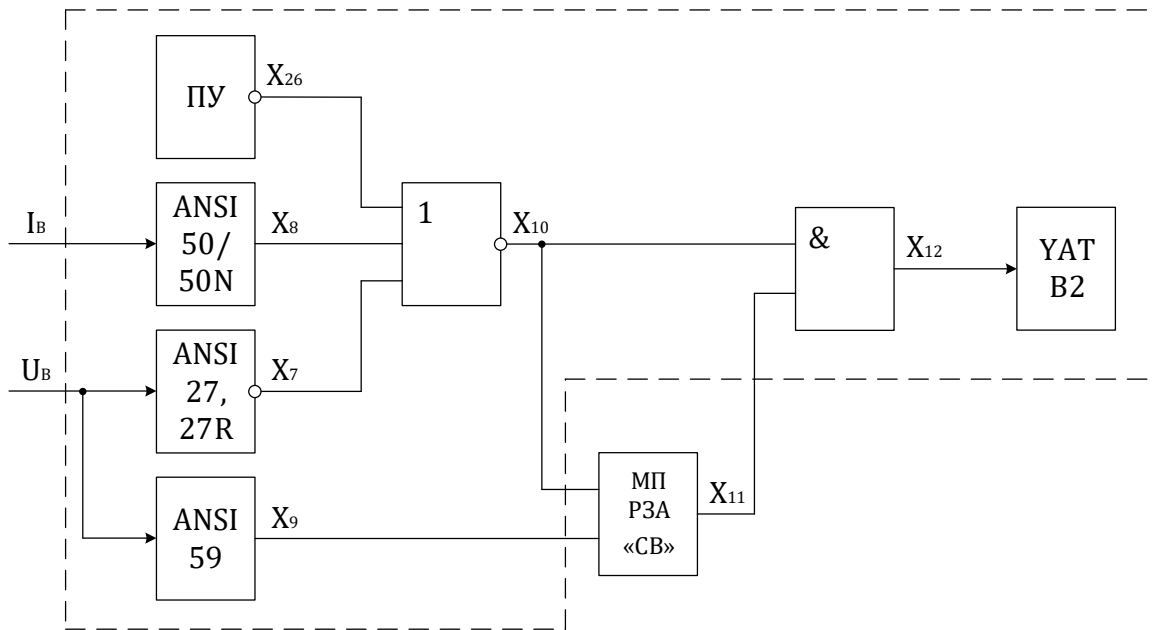


Рисунок 3 – Логічна схема для МП РЗА «В»

В схемі:

$X_8$  – робота МСЗ на ввіді «В»;

$X_7$  – робота захисту по мінімальній напрузі на секції «В»;

$X_{11}$  – дозвіл на вимкнення вимикача вводу «В» з МП РЗА «СВ»;

$X_{26}$  – перевірка на виконання початкових умов,

$X_{12} = X_{10} \cdot X_{11}$  – команда на вимкнення вимикача вводу «В»;

$X_{10} = \overline{(X_7 + X_8 + X_{26})}$  – дозвіл на вимкнення вимикача вводу «В», сигнал дозволу на пуск АВР на МП РЗА «СВ»;

$X_9$  – робота захисту по максимальній напрузі на секції «В» – сигнал дозволу на пуск АВР з МП РЗА вводу «В».

В схемах вхідні сигнали приймають своє значення відповідно до наступних умов:

- 1) сигнал  $X_{1(8)} \rightarrow 0$  при неспрацьованому МСЗ;
- 2) сигнал  $X_{2(7)} \rightarrow 0$ , за рахунок інверсного виходу, при спрацюванні захисту по мінімальній напрузі;
- 3) сигнал  $X_{25(26)} \rightarrow 0$ , за рахунок інверсного виходу, при виконанні початкових умов.

Логічна схема для МП РЗА СВ, обраного ведучим, наведена на рисунку 4.

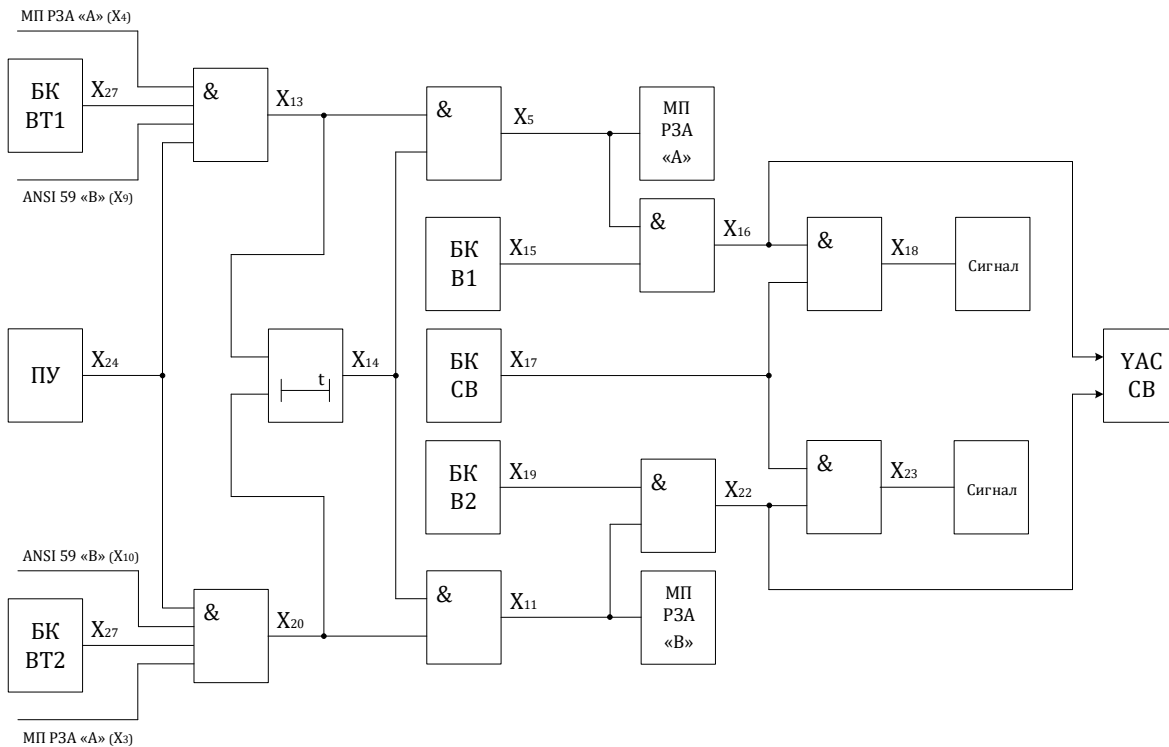


Рисунок 4 – Логічна схема МП РЗА «СВ»

Де:

$X_{17}$  – положення секційного вимикача;

$X_{15}$  – положення вимикача вводу «А»;

$X_{19}$  – положення вимикача вводу «В»;

$X_{24}$  – перевірка на виконання початкових умов;

$X_{27}$  – положення вимикача ВТ1;

$X_{28}$  – положення вимикача ВТ2.

Переключення з «А» на «В» характеризується:

$X_{18} = X_{16} \cdot X_{17}$  – кінець роботи АВР (перевірка стану секційного вимикача, сигналізація про успішне АВР);

$X_{16} = X_5 \cdot X_{15}$  – команда на ввімкнення секційного вимикача;

$X_5 = X_{13} \cdot X_{14}$  – дозвіл на вимкнення вимикача вводу «А» на МП РЗА вводу «А», дозвіл на ввімкнення секційного вимикача;

$X_{14} = TON(X_{13})$  – витримка часу на роботу АПВ та вище стоячих захистів;

$X_{13} = X_4 \cdot X_9 \cdot X_{24} \cdot X_{27}$  – пуск АВР.

Переключення в напрямку з «В» на «А»

$X_{23} = X_{22} \cdot X_{17}$  – кінець роботи АВР (перевірка стану секційного вимикача сигналізація про успішне АВР);

$X_{22} = X_{19} \cdot X_{11}$  – команда на ввімкнення секційного вимикача;

$X_{11} = X_{20} \cdot X_{14}$  – дозвіл на вимкнення вимикача вводу «В» на МП РЗА вводу «В», дозвіл на ввімкнення секційного вимикача;

$X_{14} = TON(X_{20})$  – витримка часу на роботу АПВ та вище стоячих захистів;

$X_{20} = X_{10} \cdot X_3 \cdot X_{24} \cdot X_{28}$  – пуск АВР.

Поява  $X_{18}$  (або  $X_{23}$ ) сигналізує про успішне АВР при переведенні споживачів секції «А» на секцію «В» (або при  $X_{23}$  – навпаки, з секції «В» на секцію «А»).

Викладені вище схеми розглянуті для ручного повернення до нормальної схеми електропостачання. Автоматичне повернення може бути реалізовано аналогічно викладеному з врахуванням додаткових умов.

**Висновки.** Розроблені алгоритми дозволяють значно полегшити проектування та промислове впровадження АВР підстанцій на МП РЗА. В алгоритмах дотримані усі необхідні витримки часу та блокування. Застосування логічних схем дозволить, в разі потреби, без особливих труднощів створити додаткові блоки для підключення до мікропроцесорних терміналів.

#### Перелік посилань

1. О.І. Курсон, А.В.Прищенко. Применение микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики фирмы "Шнейдер Электрик" в распределительных сетях. Электрические сети и системы №4-5, 2005

2. <https://www.se.com/ua/ru/product-range-download/> - Каталог реализаций Schneider Electric в Украине

3. О. І. Курсон, П. В. Пиж Організація аварійного включення резервного живлення при застосуванні мікропроцесорних пристроїв SEPAM виробництва Шнейдер Електрик (Франція) <http://jour.fea.kpi.ua/issue/view/11926> PDF