

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електричних станцій і систем

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:
**“ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО
МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЗАХИСТУ РС 80”**

Виконав: студент 2 курсу ОППП магістр,
групи ЕС-17м **Гаджа М.В.**

Керівник: к.т.н., проф., доцент каф. ЕСС **Рубаненко О.Є**

Вінниця 2019 рік

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1

Актуальність теми. Актуальність даної роботи обумовлена наявністю досить великої кількості джерел розосередженого генерування, що приєднуються до мережі безпосередньо біля споживача. Такі підключення призводять до появи реверсивних потоків і, відповідно, ускладнюють роботу релейного захисту. Іншою стороною дослідження є відпрацювання свого технічного ресурсу силовим обладнанням, тому і виникає проблема дослідження сучасного релейного захисту.

Серед пристроїв автоматичного керування найбільш поширені пристрої релейного захисту, які спрацьовують при пошкодженні електричного устаткування. Релейний захист в розподільних електричних мережах почав використовуватись раніше інших пристроїв автоматичного керування. Найбільш небезпечні та складні, з точки зору їх виявлення є однофазні замкнення на землю, а найбільш важкі за наслідками – міжфазні. Небезпеку являють термічна та динамічна дії струму короткого замикання, як безпосередньо в місці пошкодження, так і проходження струму КЗ по непошкодженному обладнанню. Для запобігання розвитку аварії та для зменшення розмірів пошкоджень при КЗ потрібно швидко виявити та відключити пошкоджений елемент системи електропостачання. Часто пошкодження має бути ліквідоване на протязі десятків мілісекунд. Зрозуміло, що людина не здатна так швидко відключити пошкоджене обладнання, тому визначають пошкоджений елемент та подають сигнал на відключення відповідних вимикачів пристроїв релейного захисту з дією на відключення.

Отже, дослідження сучасних засобів релейного захисту, а саме РС 80 є актуальною науково-прикладною задачею.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської роботи є дослідження сучасного мікропроцесорного захисту РС 80.

Відповідно до вказаної мети в роботі розв'язуються такі **основні задачі**:

- визначення функціональних можливостей РС 80;
- дослідження конструкційних особливостей РС 80;
- дослідження інтерфейсів з якими може працювання РС 80;
- оцінювання можливості використання РС 80 для реалізації максимального струмового захисту, автоматичного повторного ввімкнення, автоматичного частотного розвантаження.

Об'єктом дослідження магістерської роботи є функціональні параметри мікропроцесорного захисту РС 80.

Предметом дослідження є методи і засоби дослідження параметрів релейного захисту.

Методи дослідження. Для аналізу та розв'язання поставлених задач використано методи математичного моделювання. Для перевірки функціональних можливостей РС 80 використано теорію електричних кіл.

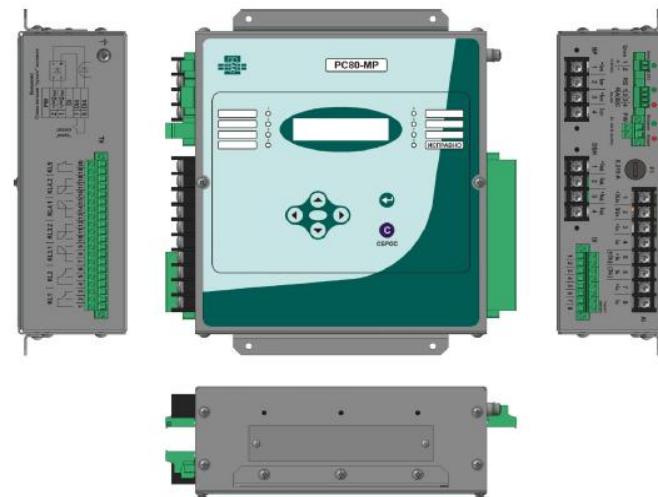
Особистий внесок здобувача. Усі результати, які складають основний зміст магістерської роботи, отримані автором самостійно.

ОПИС І РОБОТА ПРИСТРОЮ. ПРИЗНАЧЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЗАХИСТУ РС-80.

Пристрої РС80-МР призначені для використання в схемах релейного захисту та протиаварійної автоматики, в тому числі для заміни застарілих електромеханічних реле РТ80 та РТ90.

Пристрій може встановлюватися в релейних відсіках КРУ, КРУН і КСВ, на панелях і в шафах в релейних залах і на пультах управління, а також в релейних шафах зовнішньої установки на ОРУ.

РС80-МР - багатофункціональний цифровий пристрій, зібране на сучасній елементній базі з застосуванням *SMD* монтажу, що об'єднує різні функції захисту, контролю та управління.



Загальний вигляд пристрою (з боку лицьової панелі) рис 1.1

У пристрої РС80-МР реалізовані наступні функції:

- двоступенева максимально-струмовий захист (МСЗ (2));
- двоступенева струмовий відсічення (ТО, ТО2);
- двоступенева спрямований захист від замикань на землю ЗНЗ1 (2); *
- одноступенева зовнішня захист (ВЗ);
- одноступенева АЧР / ЧАПВ - автоматичне частотне розвантаження / частотне АПВ;
- дворазове одноступінчате автоматичне повторне включення (АПВ);
- вбудований осцилограф, що забезпечує запис трьох осцилограм вхідних величин I_a , I_c , $3I_0$, $3U_0$ або I_a , I_b , I_c , положення дискретних входів і вихідних реле. Всі параметри налаштувань осцилографа задаються в меню, а також по каналах зв'язку;
- журнал аварій (ЖА) на 100 подій.

Рисунок 1 – Загальний вигляд пристрою РС80-МР

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЗАХИСТУ РС-80. ПАРАМЕТРИ НАДІЙНОСТІ

Повний середній термін служби - не менше 25 років.

Середнє напрацювання на відмову - не менше 100 000 год.

- Робоча температура - від мінус 40 до +70 °С.
- Відносна вологість - не більше 98% при 25 ° С.
- Кліматичне виконання - УХЛЗ.1 по ГОСТ 15150.
- Висота над рівнем моря не більше 2000 м (атмосферний тиск - від 550 до 800 мм рт. Ст.), При використанні на більшій висоті необхідно використовувати поправочний коефіцієнт відносної електричної міцності повітряних проміжків, що враховує зниження ізоляції, згідно з ГОСТ 15150.
- Навколишнє середовище не вибухонебезпечне, що не містить струмопровідного пилу, агресивних парів і газів, що руйнують ізоляцію і метали.
- Місце встановлення повинно бути захищене від попадання бризок, води, масел, емульсій, а також від прямого впливу сонячної радіації.
- Вібраційні навантаження - з максимальним прискоренням до 0,5g в діапазоні частот 0,5 - 100 Гц.
- Багаторазові ударні навантаження тривалістю від 2 до 20 мс з максимальним прискоренням 3g.
- Ступінь захисту оболонки:
 - по лицьовій панелі - *IP54*;
 - по корпусу, крім зовнішніх з'єднувачів і затискачів - *IP40*;
 - по затискачів струмових ланцюгів - *IP00*;
 - по з'єднувачів інших ланцюгів - *IP20*.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЗАХИСТУ РС-80. ОПЕРАТИВНЕ ЖИВЛЕННЯ ПРИСТРОЮ

Пристрій працює може здійснюватися від джерела постійного або змінного струму з діючим значенням напруги 80 - 220 В, що забезпечує роботу в системах з номінальною напругою 110 і 220 В. Пристрій стійко до короткочасного підвищення напруги до 400 В діючого значення.

При відсутності живлення по ланцюгах напруги працездатність пристрою забезпечується від джерела живлення по струмовим ланцюгах.

При відсутності живлення по ланцюгах напруги і по ланцюгах струму, для індикації стану пристрою, воно може харчуватися від зовнішнього джерела постійної напруги 12 В.

Час готовності пристрою до роботи після подачі напруги оперативного живлення - не більше 0,2 с. Пристрій зберігає працездатність при короткочасних перервах живлення тривалістю до 0,5 с.

Пристрій не спрацьовує помилково і не пошкоджується:

- при знятті і подачі оперативного струму, а також при перервах живлення будь-якої тривалості з подальшим відновленням;
- при подачі напруги оперативного постійного струму зворотної полярності;
- при замиканні на землю ланцюгів оперативного струму.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЗАХИСТУ РС-80. ВИМІРЮВАЛЬНІ ЛАНЦЮГИ СТРУМУ І НАПРУГИ

Параметри вимірювальних ланцюгів струму і ланцюгів напруги наведені нижче у вторинних одиницях. Завдання уставок по струму і напрузі виконується у вторинних одиницях. Відображення вимірюваних значень струмів і напруг на індикаторі пристрою в початковому стані і в програмах

«PC80_MP_Monitor» і «RZA_Oscillog» здійснюється в первинних одиницях з урахуванням введених значень коефіцієнта трансформації трансформаторів струму і напруги. У розділі меню «КОНТРОЛЬ», для налагоджувальних цілей, ті ж значення виміряних струмів і напруг відображаються у вторинних одиницях. Пристрій має різне виконання по числу фаз, а також має різні виконання по вимірювального входу $3I_0$ (див. Форму замовлення) для різних діапазонів струмів спрацьовування ЗНЗ1 (2).

Параметри вимірювальних входів по струму

Назва параметра	Значення		
Струми фаз A, C, струм $3I_0$ (I_b) в виконанні (0,1 – 150) А	Номінальне значення	5 А	
	Діапазон вимірювань	від 0,1 до 150 А	
	Відносна похибка в діапазоні:	(0,1 – 1) А	5 %
		(1 – 150) А	3 %
Струм $3I_0$ в виконанні (0,004 – 5) А	Номінальне значення	1 А	
	Діапазон вимірювань	від 0,002 до 5 А	
	Відносна похибка в діапазоні (0,002 – 5) А	5 %	
Термічна стійкість ланцюгів струму	$40I_{ном}$ за час 1 с; $1,2I_{ном}$ – тривало		
Споживана потужність при номінальному струмі	0,3 ВА/фазу		
Номінальна частота	50 Гц		

Параметри вимірювальних входів по напрузі

Назва параметра	Значення
Діапазон вимірювань напруги $3U_0$	від 0 до 150 В
Відносна похибка при $U \Sigma 0,2U_n$	3 %
Споживана потужність вимірювальних ланцюгів	0,3 ВА/фазу
Термічна стійкість ланцюгів напруги	$2U_{ном}$ за час 2 с; $1,5U_{ном}$ – тривало
Номінальна частота	50 Гц

НАЛАШТУВАННЯ ТА КОНФІГУРАЦІЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЗАХИСТУ РС-80

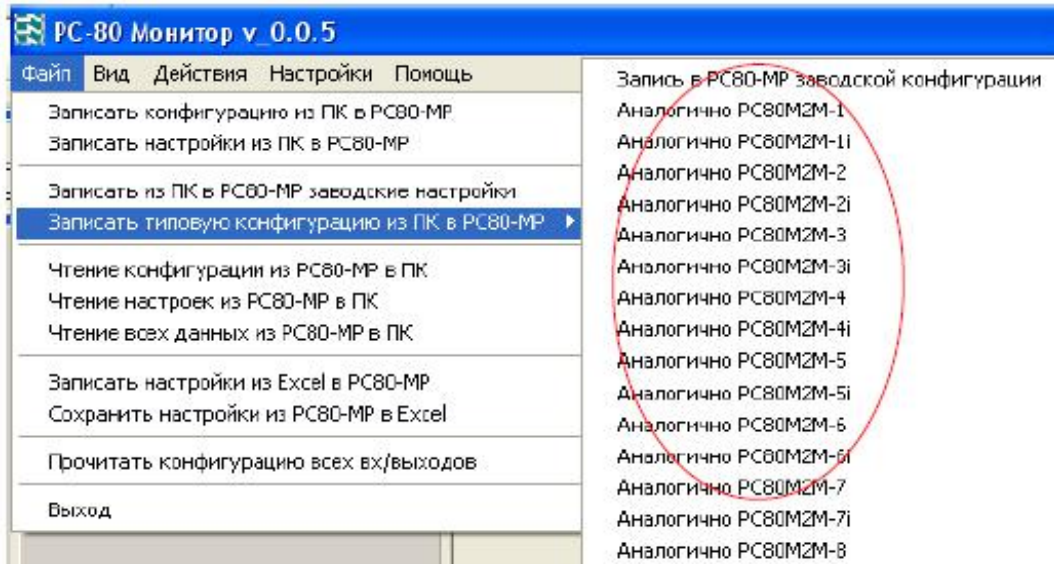


Рисунок 1 – Вибір конфігурації аналогічно РС80 старого виконання

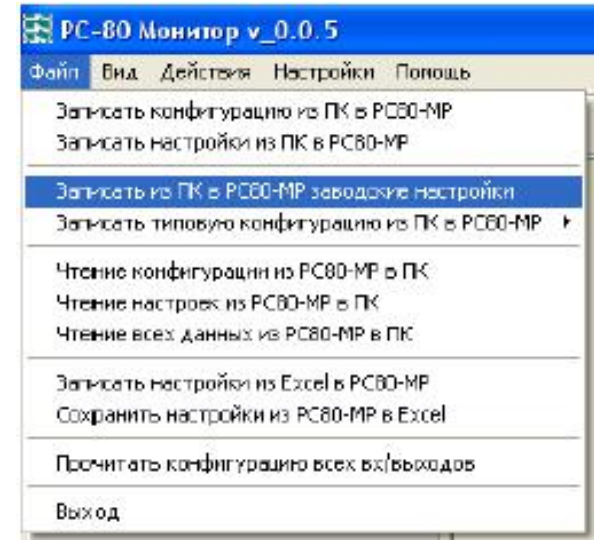


Рисунок 2 - Запис в пристрій заводських налаштувань

Пристрій має одну групу уставок. Всі уставки пристрої розділені на два розділи - налаштування і конфігурація. Доступ до кожного з розділів закритий своїм окремим паролем.

До налаштувань віднесені дозволу роботи ступенів, уставки по струму і часу, вибір умов пуску АПВ.

До конфігурації віднесені призначення на вихідні реле, дешунтуванням, світлодіоди і дискретні входи.

У програмі «PC80_MP_Monitor» є можливість завантаження конфігурації аналогічно будь-якій з конфігурацій пристроїв серії РС80 старого виконання (див. рисунок 1.).

У програмі «PC80_MP_Monitor» є можливість завантаження заводських налаштувань (див.рис.2)

НАЛАШТУВАННЯ ТА КОНФІГУРАЦІЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЗАХИСТУ РС-80

У корпусному блоці встановлені електронні модулі (плати), які кріпляться безпосередньо до корпусу і фіксуються між собою за допомогою дистанційних різьбових стійок і втулок. Конструктивно кожен модуль являє собою друковану плату з електронними компонентами.

Пристрій складається з наступних електронних модулів (плат):

Модуль KEY-80; Модуль CPU-80; Модуль BP-80; Модуль DI-80; Модуль RL-80; Модуль DSH-80.

Розташування елементів управління і індикації пристрою показані на рисунку 1.

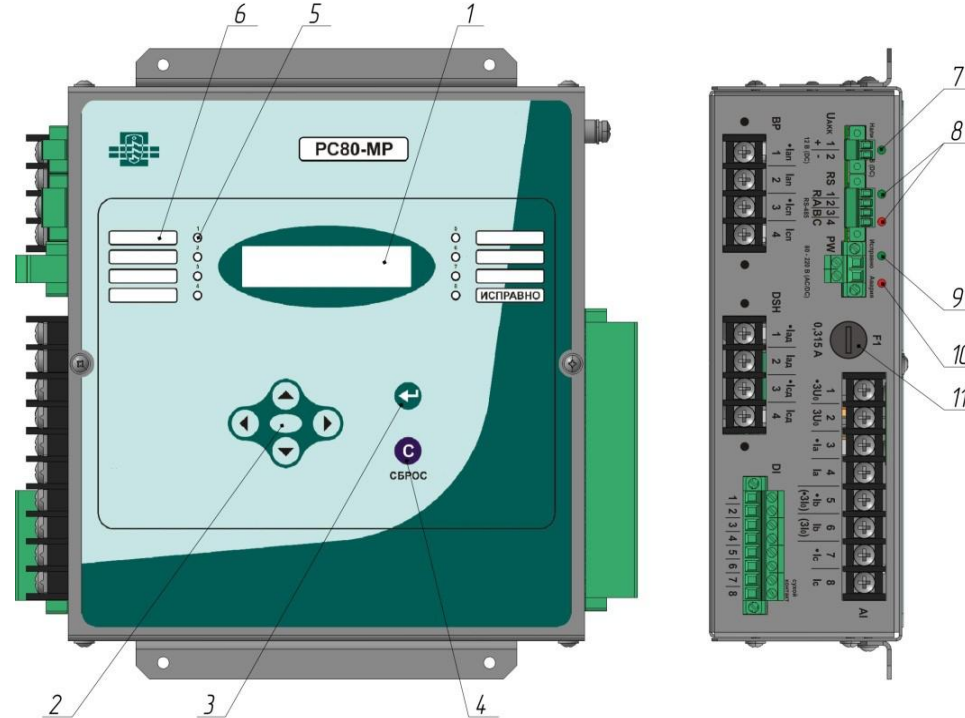


Рисунок 1- Розташування елементів управління і індикації пристрою

1- вікно індикатора; 2 - кнопки («Ліворуч», «Вправо», Вгору», «Вниз») управління пристроєм; 3 - кнопка «Введення»; 4 - кнопка «Скидання»; 5 - вікна світлодіодної індикації (8 вікон); 6 - поле з написом функції, призначеної на відповідну світлодіодну індикацію; 7 - індикація наявності напруги 12 В (DC); 8 - світлодіодна індикація сигналів Rs і Ts порту зв'язку RS-485; 9 - світлодіодна індикація справності джерела живлення по напрузі 220 В; 10 - світлодіодна індикація перегорання запобіжника; 11 - запобіжник.

ВИКОРИСТАННЯ РС80 ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МАКСИМАЛЬНОГО СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ

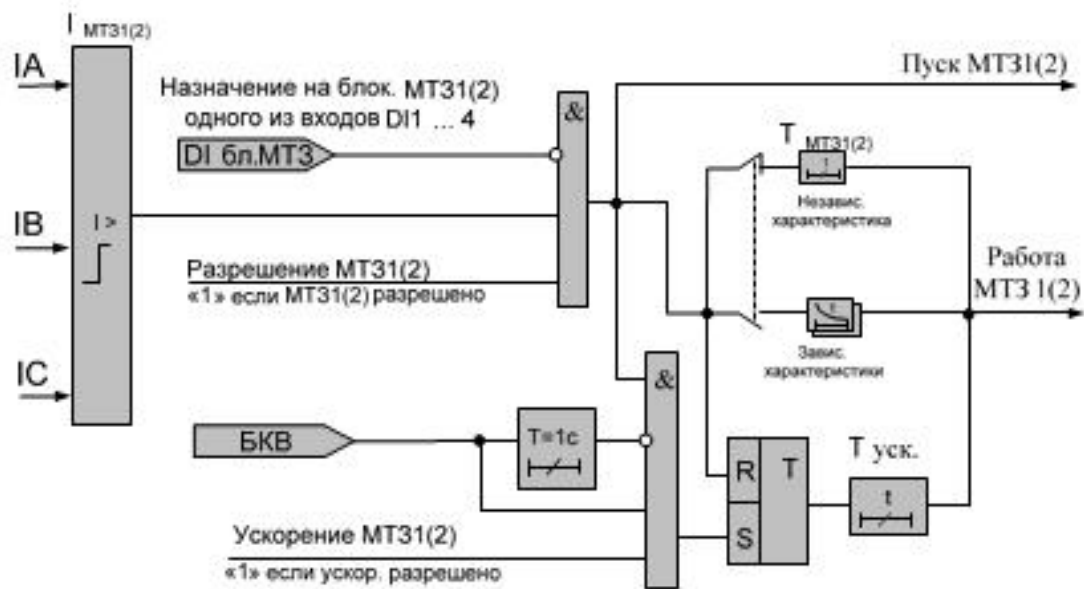


Рисунок1 – Функціональна схема МСЗ

Максимальний струмовий захист виконаний двоступеневу. У розділі настройки для ступені виконується її введення-виведення, задаються уставки за часом і струмом, прискорення при включенні вимикача і пуск АПВ.

У розділі конфігурація призначаються дискретні входи для блокування, вихідні реле, світлодіоди. Всі зазначені операції можуть виконуватися з меню або через програму «PC80_MP_Monitor».

МС31 (2) може працювати з прискоренням при включенні вимикача. Прискорення вводиться на 1 с після появи «логічної одиниці» на дискретній вході *DI1* (РПВ).

За фактом роботи МС31 (2) може бути сформовано два сигнали: «Пуск МС31 (2)» та «Робота МС31 (2)».

МС31 (2) може блокуватися по одному з дискретних входів (*DI1 - DI4*). Дозвіл блокування по *DI* задається з меню. Якщо блокування ступені по *DI* дозволена і з урахуванням інверсії і демпфірування на цей вхід приходить «логічна одиниця», то на час наявності одиниці робота ступені блокується.

Всі настройки (уставки по струму, часу, виду характеристики та ін.) Задаються незалежно для кожного ступеня захисту.

ВИКОРИСТАННЯ РС80 ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МАКСИМАЛЬНОГО СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ

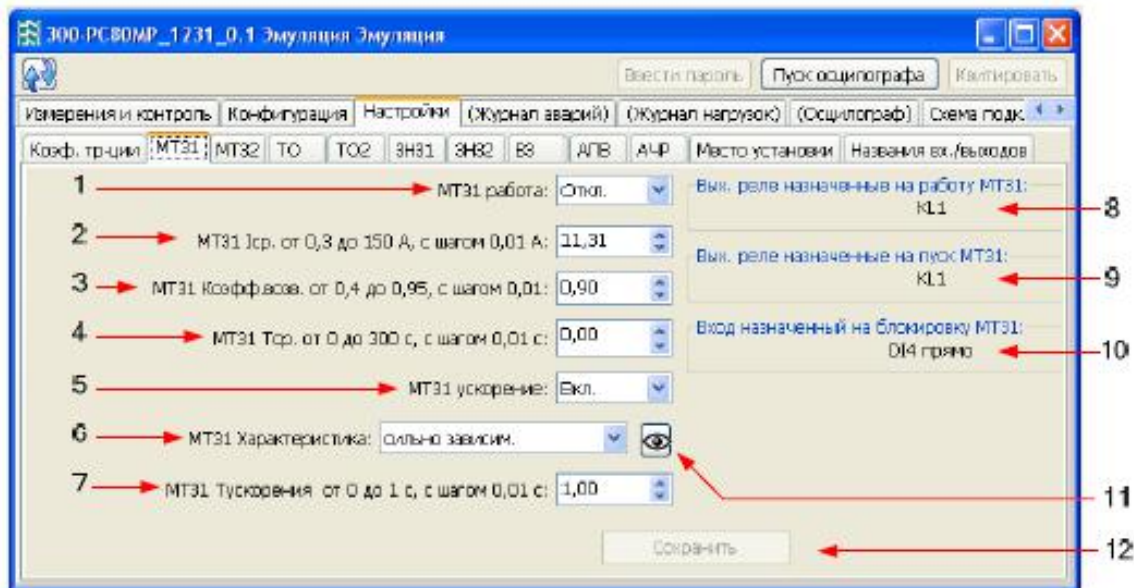


Рисунок 1 – Вікно налаштувань МСЗ (2) в програмі «PC80_MP_Monitor»

- 1 - дозвіл або заборона роботи МСЗ (2);
- 2 - введення уставки по струму спрацьовування МСЗ (2);
- 3 - введення коефіцієнта повернення в режимі робота МСЗ (2);
- 4 - введення уставки за часом спрацьовування МСЗ (2);
- 5 - вибір типу часострумової характеристики;
- 6 - дозвіл або заборона роботи прискорення МСЗ (2);
- 7 - введення уставки за часом спрацьовування прискорення МСЗ (2);
- 8 - відображення реле призначених на роботу МСЗ (2);
- 9 - відображення реле призначених на пуск МСЗ (2);
- 10 - відображення дискретних входів призначених на блокування МСЗ (2);
- 11 - відкриття поточного графіка ВТХ (при натисканні на зазначену кнопку відкривається поточний графік ВТХ);
- 12 - кнопка «Зберегти» - збереження змінених параметрів.

ВИКОРИСТАННЯ РС80 ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРУМОВОЇ ВІДСІЧКИ



Рисунок 1 - Функціональна схема СВ (CB2)

Струмова відсічка виконана двоступенєво: СВ, СВ2. Для кожного ступеня виконується її введення-виведення, задаються уставки за часом і струмом, а також окремо призначаються дискретні входи для блокування, вихідні реле, світлодіоди і пуск АПВ. Всі зазначені операції можуть виконуватися з меню або через програму «PC80_MP_Monitor». За фактом роботи СВ (CB2) може бути сформований сигнал «Робота СВ (CB2)».

СВ (CB2) може блокуватися по одному з дискретних входів (DII - DI4). Дозвіл блокування по DI задається з меню. Якщо блокування ступені по DI дозволена і з урахуванням інверсії і демпфірування на цей вхід приходить «логічна одиниця», то на час наявності «одиниці» робота ступені блокується.

Всі настройки (уставки по струму, часу, виду характеристики та ін.) задаються незалежно для кожного ступеня захисту.

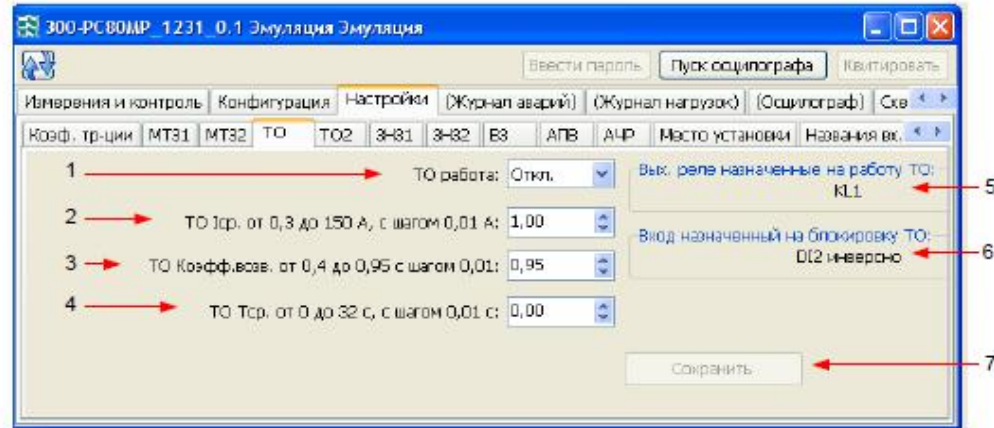


Рисунок 2.4- Вікно вибору налаштувань СВ (CB2) в програмі «PC80_MP_Monitor»

- 1- дозвіл або заборона роботи СВ (CB2).
- 2 - введення уставки по струму спрацьовування СВ (CB2).
- 3 - введення коефіцієнта повернення в режимі робота СВ (CB2).
- 4 - введення уставки за часом спрацьовування СВ (CB2);
- 5 - відображення реле призначених на роботу СВ (CB2);
- 6 - відображення дискретних входів призначених на блокування СВ (CB2);
- 7 - кнопка «Зберегти» - збереження змінених параметрів.

ВИКОРИСТАННЯ РС80 ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ

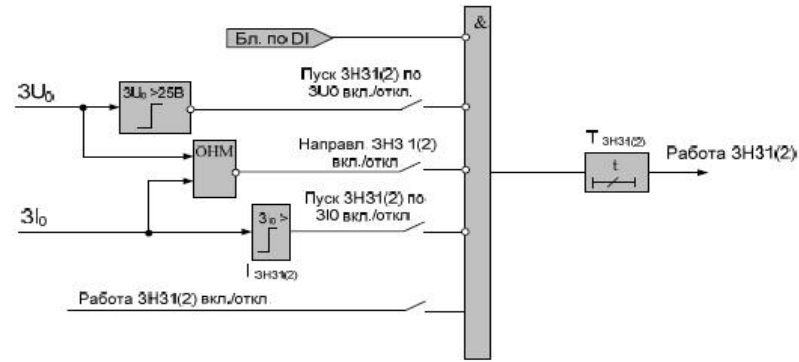


Рисунок 1 - Функціональна схема ЗНЗ1 (2)

Захист від замикання на землю виконана двоступеневою і доступна тільки в двофазному виконанні. Для ступені виконується її введення-виведення, задаються уставки за часом і току, а також окремо призначаються дискретні входи для блокування, вихідні реле і пуск АПВ. Всі зазначені операції можуть виконуватися з меню або через програму «PC80_MP_Monitor».

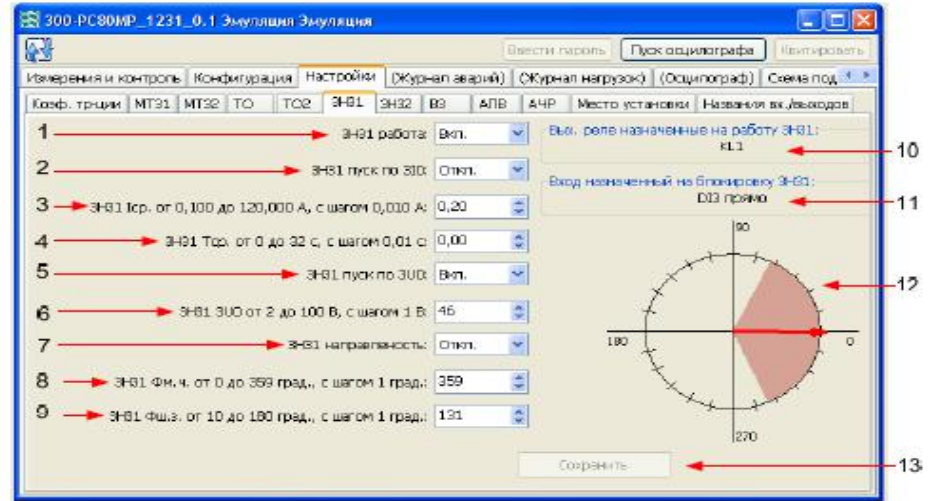
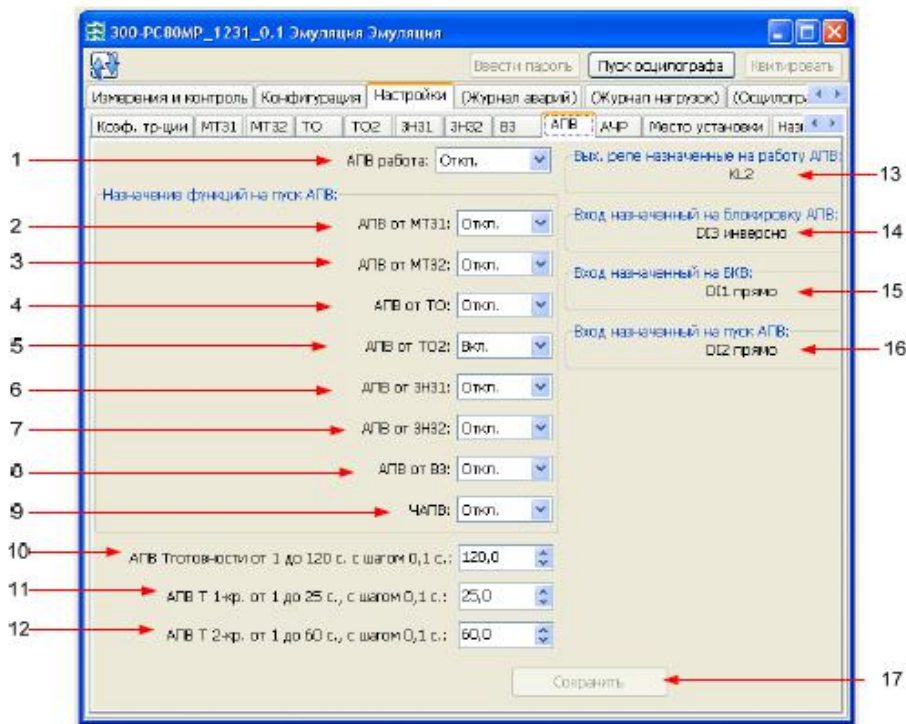


Рисунок 2- Вікно вибору налаштувань ЗНЗ1 (2) в програмі «PC80_MP_Monitor»

- 1 - дозвіл або заборона роботи ЗНЗ1 (2);
- 2 - дозвіл або заборона пуску ЗНЗ1 (2) по ЗІ0;
- 3 - введення уставки по струму спрацьовування ЗНЗ1 (2);
- 4 - введення уставки за часом спрацьовування ЗНЗ1 (2);
- 5 - дозвіл або заборона пуску ЗНЗ1 (2) по ЗУ0;
- 6 - введення уставки по напрузі спрацьовування ЗНЗ1 (2);
- 7 - дозвіл або заборона спрямованості ступені ЗНЗ1 (2);
- 8 - уставка по куту максимальної чутливості ЗНЗ1 (2);
- 9 - уставка по куту ширини зони ЗНЗ1 (2);
- 10 - відображення реле призначених на роботу ЗНЗ1 (2);
- 11 - відображення дискретних входів призначених на блокування ЗНЗ1 (2);
- 12 - відображення діаграми спрямованості ЗНЗ1 (2);
- 13 - кнопка «Зберегти» - збереження змінених параметрів.

РЕАЛІЗАЦІЯ АВТОМАТИЧНОГО ПОВТОРНОГО ВВІМКНЕННЯ НА РС 80



- 1 - дозвіл або заборона роботи ступені АПВ;
- 2 - дозвіл або заборона пуску АПВ від МТЗ;
- 3 - дозвіл або заборона пуску АПВ від МТЗ-2;
- 4 - дозвіл або заборона пуску АПВ від ТО;
- 5 - дозвіл або заборона пуску АПВ від ТО2;
- 6 - дозвіл або заборона пуску АПВ від ЗНЗ1;
- 7 - дозвіл або заборона пуску АПВ від ЗНЗ2;
- 8 - дозвіл або заборона пуску АПВ від ВЗ;
- 9 - дозвіл або заборона роботи ЧАПВ;
- 10 - введення уставки часу готовності АПВ;
- 11 - введення уставки за часом спрацьовування АПВ 1 крат;
- 12 - введення уставки за часом спрацьовування АПВ 2 крат;
- 13 - відображення реле призначених на роботу АПВ;
- 14 - відображення дискретних входів призначених блокування АПВ;
- 15 - відображення дискретних входів призначених на БКВ;
- 16 - відображення дискретних входів призначених на зовнішній пуск АПВ;
- 17 - кнопка «Зберегти» - збереження змінених параметрів.

Рисунок 1 - Вікно вибору уставок і параметрів АПВ в програмі «PC80_MP_Monitor»

Висновки

Мікропроцесорний захист РС-80 призначений для використання в схемах РЗА розподільних електричних мереж напругою 6-10кВ від міжфазних к.з. та перевантажень.

Реле РС-80 є функціональним аналогом електромеханічних реле серій РТ-80(90) і забезпечує: максимальний струмів захист (МСЗ) з незалежною та двома залежними характеристиками спрацювання; струмову відсічку з витримкою часу 70-100мс або 150-200мс; можливість виведення струмової відсічки з передньої панелі або дистанційно.

-АПВ. Досвід експлуатації показав, що нестійкі к.з. часто бувають не тільки на повітряних лініях, але і на шинах підстанцій. Тому на підстанціях, обладнаних швидкодійним захистом шин, також застосовуються АПВ, що здійснює повторну подачу напруги на шини у випадку їхнього вимкнення релейним захистом. Автоматичне повторне увімкнення шин має високу успішність і ефективність, оскільки кожен випадок успішної дії запобігає аварійному відключенню цілої підстанції або її частини.

Пристроями АПВ оснащуються також усі поодинокі працюючі трансформатори потужністю 1000 кВА і більше, а також трансформатори меншої потужності, що живлять відповідальне навантаження. Автоматичне повторне увімкнення трансформаторів виконується у випадку вимкнення трансформатора резервним захистом. Повторне увімкнення при ушкодженні самого трансформатора, коли він вимикається основними захистами від внутрішніх ушкоджень, як правило, не виконується.

Успішність дії АПВ трансформаторів і шин так само висока, як і повітряних ліній, і становить 70–90%.

У ряді випадків АПВ успішно використовуються на кабельних і на змішаних кабельно-повітряних тупикових лініях 6–10 кв. При цьому, незважаючи на те, що ушкодження кабелів бувають, як правило, стійкими, успішність дії АПВ складає 40–60%. Це пояснюється тим, що АПВ відновлює живлення споживачів при нестійких ушкодженнях на шинах, при вимкненні ліній унаслідок перевантаження, при помилкових і неселективних діях захисту.

Застосування АПВ дозволяє в ряді випадків спростити схеми релейного захисту і прискорити вимкнення к.з. у мережах високої напруги, що також є позитивною характеристикою цього виду автоматики.

Дякую за увагу!

Доповідь закінчена