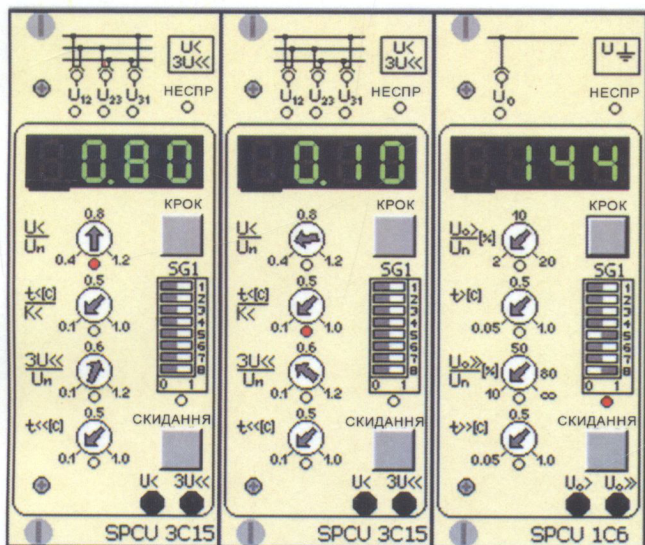


Програмно-логічні моделі мікропроцесорного пристрою захисту SPAC 801

Лабораторний практикум



Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Вінницький національний технічний університет

О. Є. Рубаненко, В. О. Лесько, О. О. Рубаненко

**Програмно–логічні моделі
мікропроцесорного пристрою захисту
SPAC 801**

Лабораторний практикум

Вінниця
ВНТУ
2013

УДК 621.311(075)

ББК 31.277.1я73

P40

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 5 від 19 січня 2012 р.).

Рецензенти:

П. Д. Лежнюк, д.т.н. професор

В. В. Назаров, д.т.н. професор

О. Д. Демов, к.т.н. доцент

В. О. Бегун, заст. нач. РСЗА ПАТ «Вінницяобленерго»

Рубаненко, О. Є.

P40 Програмно-логічні моделі мікропроцесорних пристроїв захисту серії SPAC 800 : лабораторний практикум / О. Є. Рубаненко, В. О. Лесько, О. О. Рубаненко. – Вінниця : ВНТУ, 2013.– 132 с.

Лабораторний практикум містить відомості про програмно-логічну модель (симулятор) мікропроцесорного пристрою захисту і автоматики ліній 6–10 кВ SPAC 801-01 виробництва підприємства «АББ Реле-Чебоксари». Розглянуто опис симулятора і наведені методичні рекомендації щодо його практичного застосування.

УДК 621.313

ББК 31.261

Зміст

Список умовних позначень і скорочень	5
Вступ.....	6
Організація навчального процесу.....	6
Призначення симуляторів	7
Лабораторна робота № 1. Основи роботи із симуляторами мікропроцесорних захистів	9
1 Алгоритм виконання роботи.....	9
1.1 Встановлення уставок за струмом і часом	9
1.2 Розрахунок уставки	9
1.3 Робота із симулятором	10
1.4 Установка положення функціональних ключів	12
1.5 Налаштування робочого середовища симулятора	15
1.6 Вивчення роботи блока захисту <i>SPCJ 4D28</i>	19
1.6.1 Робота з меню блока	19
1.6.2 Робота з функціональною схемою блоку	22
1.7 Робота з імітатором вхідних струмів	23
1.8 Захист від міжфазних замикань	27
1.8.1 Незалежна характеристика третього ступеня $I>$	27
1.8.2 Зворотна часозалежна характеристика третього ступеня $I>$...	34
1.8.3 Захист від несиметрії фаз	35
1.8.4 Перевірка зворотних часозалежних характеристик ступеня $I>$..	35
1.9 Висновки по лабораторній роботі.....	36
Контрольні запитання	36
Лабораторна робота № 2. Блок <i>SPCJ 4D28</i> мікропроцесор- ного захисту <i>SPAC 801</i>	37
2 Алгоритм виконання роботи	37
2.1 Робота з блоком <i>SPCJ 4D28</i>	37
2.2 Приклад розрахунку уставок струмового ступеневого захи- сту	39
2.3 Вибір уставок спрацювання триступеневого струмового захисту	46
2.4 Висновки по лабораторній роботі	47
Контрольні запитання	47
Лабораторна робота № 3. Блок <i>L2210</i> мікропроцесорного захисту <i>SPAC 801</i>	49
3.1 Алгоритм виконання роботи	49
3.1.1 Робота з меню блока	49
3.1.2 Вивчення дії вихідних сигналів SS1-TS3 блоку <i>SPCJ 4D28</i> на вихідні реле і світлодіоди сигналізації	53
3.2 Перевірка роботи окремих пристроїв блока.....	54
3.3 Ланцюги керування вимикачем	54

3.4	Захист від замикань на землю	62
3.5	Прискорення захистів	62
3.6	Пристрій резервування відмов вимикача «ПРВВ»	62
3.7	Ланцюг перевантаження	63
3.8	Дуговий захист	63
3.9	Газовий захист	64
3.10	Автоматичне повторне включення (АПВ)	64
3.11	Ланцюги відключення	65
3.12	Ланцюги включення	65
3.13	Контроль ланцюгів управління	66
3.14	Ланцюги сигналізації	66
3.15	Висновки по лабораторній роботі	66
	Контрольні запитання	67
	Лабораторна робота № 4. Робота з пристроєм <i>SPAC 801</i> для захисту ЛЕП від к.з.	68
4	Алгоритм виконання роботи	68
4.1	Вивчення роботи пристрою <i>SPAC 801-01</i>	68
4.2	Перевірка роботи захисту від міжфазних замикань	68
4.3	Перевірка роботи захисту від несиметрії фаз	69
4.4	Висновки по лабораторній роботі	69
	Контрольні запитання	69
	Література	70
	ДОДАТКИ	
	Додаток А. Віконні заставки початку роботи з програмою – імітатором роботи релейного терміналу	72
	Додаток Б. Імітація пошкоджень в лінії електричної передачі	77
	Додаток В. Основні характеристики алюмінієвого дроту проводів ЛЕП	87
	Додаток Г. Основні характеристики проводів.....	88
	Додаток Д. Налаштування уставок спрацьовування захисту від несиметрії	96
	Додаток Е. Збереження налаштувань релейного захисту	98
	Додаток Ж. Перевірка якості збереження налаштувань	99
	Додаток И. Вплив вмісту розрядів регістрів <i>SGF</i> блоку регістрів <i>SGF</i> на спрацьовування різних ступіней захистів модуля <i>SPCJ 4D28</i>	105
	Додаток К. Види обернено-залежних (інверсних) характеристик	111
	Додаток Л. Уставки спрацьовування захисту до першої лабораторної роботи	114
	Додаток М. Встановлення контрольних сум ключів <i>SGR</i>	124
	Додаток Н. Налаштування уставок спрацьовування захисту від несиметрії	130

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ABB	—	Asea Brown Boveri — всезагальна шведська електрична акціонерна компанія, Чарльз Е.Л. Браун і Вольтер Бовери
SGF	—	Switching group for function — група перемикачів для введення в дію додаткових функцій
SGR	—	Switching group for relays — група перемикачів для введення в дію окремих реле
SGB	—	Switching group for blocking — група перемикачів для введення в дію блокувань
VD	—	діод
W	—	лінія електричної передачі (на схемі)
ABP	—	автоматичне введення резерву
ABT	—	автоматичний вимикач
ABT ШЖ	—	автоматичний вимикач шин живлення
АПВ	—	автоматичне повторне увімкнення
АЧР	—	автоматичне частотне розвантаження
В.о.	—	відносні одиниці
ГЗО	—	газовий захист з дією на вимикання
ГЗС	—	газовий захист з дією на сигнал
КС	—	контрольна сума
ЛЕП	—	лінія електричної передачі (в тексті)
М/Д	—	місцеве/дистанційне
МСЗ	—	максимальний струмовий захист
ПР	—	Програмування
ПРВВ	—	пристрій резервування відмов вимикача
РЗА	—	релейний захист та автоматика
РКО	—	реле фіксації положення ключа «вимкнути»
РПВ	—	реле положення вимикача «ввімкнений»
РПВ	—	реле положення вимикача «вимкнений»
РФК	—	реле фіксації команд
СВ	—	струмова відсічка
С/К	—	скидування/крок
ШМН	—	шини мерехтливої напруги

ВСТУП

Комплектні пристрої захисту і автоматики розподільних мереж серії SPAC 800 (термінали) виконані на мікропроцесорній елементній базі і призначені для захисту автоматики ліній, асинхронних двигунів і інших об'єктів напругою 6–10 кВ [1].

Фірма ABB Transmit OY (Фінляндія) випустила серію програм Simulator, призначених для вивчення функцій і характеристик різних цифрових реле серії Spacom [2]. Ці програми дозволяють персоналу служб РЗА вивчати виконання різних операцій по роботі з реле, не маючи «живого» зразка.

Проте слід зазначити, що дані симулятори є англomовними і мають обмежені можливості щодо моделювання функцій блоків захистів, зокрема, не моделюються характеристики ступенів струмових захистів, процеси нагріву двигуна в часі та ін.

Симулятори мають україномовний та російськомовний інтерфейси і працюють в середовищі операційної системи Windows 98, 2000, XP.

Організація навчального процесу

Лабораторні роботи виконуються в дисплейному класі. Група ділиться на дві підгрупи. У підгрупі завдання виконуються кожним студентом індивідуально або у складі бригади, яка складається з двох студентів.

Виконанню роботи передують самостійна теоретична та практична підготовка студента. Під час самостійної практичної підготовки в дисплейному класі студент повинен виконати всі завдання, які наведені в лабораторному практикумі.

Тому на лабораторне заняття студент приходив підготовленим, з заготовкою звіту та незаповненими протоколами майбутніх випробовувань.

Виконанню лабораторної роботи передують вхідний контроль теоретичних знань та практичних навичок, набутих студентом під час самостійної підготовки. Незадовільний рівень самостійної підготовки унеможливило виконання лабораторної роботи в повному обсязі та якісне засвоєння матеріалу у короткий термін аудиторного заняття.

Аудиторні лабораторні роботи виконуються відповідно до варіантів, які призначає викладач.

Виконанню лабораторної роботи передують розрахунок, результати якого потрібно узгодити з викладачем.

Після закінчення лабораторної роботи заповнені протоколи випробовувань потрібно узгодити з викладачем.

Призначення симуляторів

Симулятори пристроїв SPAC 800 є комп'ютерною математичною моделлю, яка повністю повторює зовнішній вигляд і основні функції моделюваного пристрою. Симулятори дозволяють набути навичок роботи з пристроями серії SPAC 800, навчитися виставляти уставки і положення ключів, перевіряти характеристики при імітації різних видів пошкоджень. Використання симуляторів дозволяє детальніше розібратися у функціональній схемі SPAC і простежити за роботою світлодіодної індикації і вихідних реле при ручному заданні сигналів від блоків захисту і входів. Крім того, передбачений режим імітації різних видів пошкоджень з індикацією результатів роботи захистів.

Симулятор SPAC 801 є симулятором пристрою захисту і автоматики ліній 6–10 кВ SPAC 801.

У блоці управління моделюються тільки найнеобхідніші витримки часу, які впливають на логіку роботи блока.

Модель SPAC 801 дозволяє виконати імітацію виду пошкодження з установленням вхідних струмів, при цьому результатом імітації є спрацювання реле і індикація світлодіодів. У цьому режимі вихідні сигнали SS1-TS3 від блока SPCJ 4D28 подаються безпосередньо на входи блока L2210.

Симулятори мають меню, де користувач може вибрати потрібний режим. Для найбільш часто виконуваних операцій передбачені спеціальні кнопки на панелі інструментів.

Симулятори дозволяють:

- виконати налаштування робочого середовища (встановити кольори фону екрана і світлодіодів, а також швидкість роботи симулятора);
- зберегти і при необхідності завантажити уставки користувача (якщо вони були збережені раніше) або стандартні (заводські) уставки;
- вивчити окремо роботу блока захистів і управління;
- вивчити спільну роботу блока захисту і управління SPAC 800.

Кількість годин

Лабораторна робота складається з трьох частин:

1	Самостійна позааудиторна робота.....	6
2	Дослідження роботи блока SPCJ 4D28	4
3	Дослідження роботи блока L2210.....	4

Задачі

1. Ознайомитись з призначенням, можливостями та методами роботи блока захисту і логіки **SPAC 801**.
2. Вивчити призначення, розташування на передній панелі та використання елементів управління і індикації блоків **SPCJ 4D28** та **L2210**.
3. Навчитися виставляти уставки і положення ключів.
4. Вивчити роботу блоків **SPCJ 4D28** і **L2210** окремо, а також їх спільну роботу.
5. На моделі блока **SPCJ 4D28** навчитись:
 - за допомогою меню проглядати всі уставки, контрольну суму і положення ключів;
 - змінювати значення уставок (основних і допоміжних) і положення ключів;
 - за функціональною схемою детально пояснювати внутрішню структуру блока і встановлювати на ній потрібне положення ключів;
 - виконувати імітацію виду пошкодження з установленням вхідних струмів, при цьому моделюються характеристики всіх ступенів захисту (в т. ч. зворотні часозалежні з фіксацією часу спрацювання ступені). За допомогою миші виставляти потрібне положення ключів **SGR1-SGR11**. Зменшенням значення вхідного струму повертати ступені (після спрацювання) в неспрацьований стан (коефіцієнт повернення $k_{пов}=0,96$).
6. На моделі блока **L2210** навчитись:
 - за допомогою меню проглядати всі уставки, контрольну суму і положення ключів;
 - змінювати значення уставок і положення ключів;
 - за структурною схемою перевіряти роботу блока при заданні вхідних сигналів від блока входів і від блока в **SPCJ 4D28**, які задаються вручну мишею;
 - за функціональною схемою детально пояснювати внутрішню структуру блока і встановлювати на ній потрібне положення ключів. У цьому режимі перевіряти роботу блока при заданні вхідних сигналів від блока входів і від блока **SPCJ 4D28**, які задаються вручну мишею. У меню <Симулятор/Схемы защит> вибирати пристрій захисту і автоматики, реалізований в блоці **L2210**. Вибирати потрібний масштаб відображення схеми на екрані.

Мікропроцесорний захист SPAC 801 (частина 1)

Лабораторна робота № 1

Основи роботи зі симуляторами мікропроцесорних захистів

Мета: ознайомитись з можливостями мікропроцесорних захистів та логіки на прикладі блока захисту і логіки серії **SPAC 801**.

Алгоритм виконання роботи

1.1 Встановлення уставок за струмом і часом

Завдання

На блоці **SPCJ 4D28** виставити таку уставку за струмом спрацювання другого ступеня захисту від міжфазних замикань, щоб захист спрацював при струмі в лінії $I_{2\text{сз}}=240\text{ А}$.

Початкові дані. Для захисту використані трансформатори струму з номінальними параметрами приведеними в таблиці 1.

Таблиця 1 – Номінальні параметри трансформатора струму

Номер з/п	Найменування параметра	Умовне позначення	Значення
1	Первинний струм	$I_{1\text{ ном}}$	200
2	Вторинний струм	$I_{2\text{ ном}}$	5
3	Коефіцієнт трансформації	$n_{\text{тс ном}}$	40

Схема з'єднань трансформаторів струму і вхідних кіл релейного захисту – «зірка-зірка».

1.2 Розрахунок уставки

Відповідно до схеми з'єднань трансформаторів струму і вхідних кіл релейного захисту «зірка-зірка» – коефіцієнт схеми $k_{\text{сх}} = 1$, як показано на рис.1. Струм спрацювання блока **SPCJ 4D28** (другого ступеня захисту від міжфазних к.з.):

$$\begin{aligned} I_{2\text{ SPCJ 4D28}} &= k_{\text{сх}} \times I_{2\text{ сз}} / n_{\text{тс ном}}, \\ I_{2\text{ SPCJ 4D28}} &= 1 \times 240 / 40 = 6\text{ А}. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Уставка спрацювання за струмом другого ступеня захисту від міжфазних к.з., яку потрібно виставити на блоці **SPCJ 4D28**

$$\begin{aligned} I_{>>} &= I_{2\text{ SPCJ 4D28}} / I_{2\text{ ном}}, \\ I_{>>} &= 6 / 5 = 1,2\text{ А}. \end{aligned} \quad (1.2)$$

1.3 Робота з симулятором

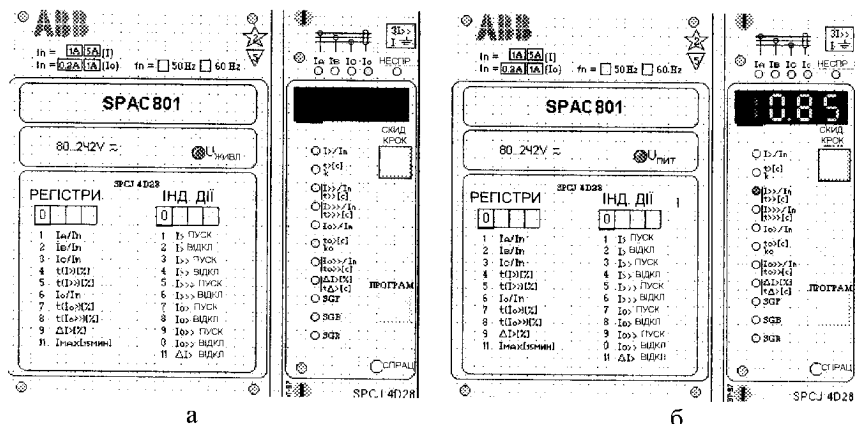


Рисунок 1 – Заставки екрана до п. 1

1. Увійдіть в головне меню натисненням кнопки СКИД/КРОК (С/К) на 1 с. Натискаючи С/К на 1с (Увага! Тривалість 1 с залежить від швидкодії процесора системного блоку і тому може бути різною), виконати просування по меню до загоряння світлодіода $I \gg$. На дисплеї цифрами зеленого кольору (рис. 1, 2) висвічується встановлена уставка 0,85 (ця уставка заздалегідь виставлена викладачем).

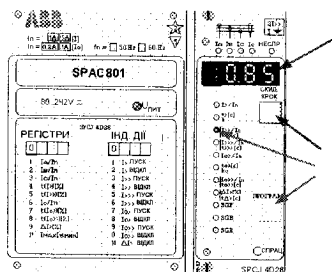


Рисунок 2 – Заставки екрана до п. 2, п. 3

2. Натисненням кнопки ПРОГРАМ (ПР) на час ≥ 5 с виконати перехід в режим зміни уставки, при якій всі цифри дисплея повинні мигати (рис. 3, 4).

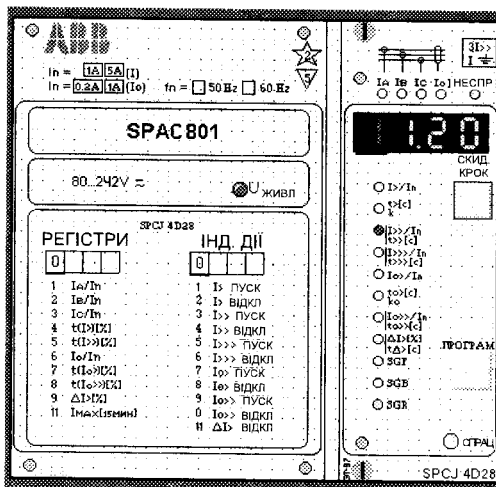
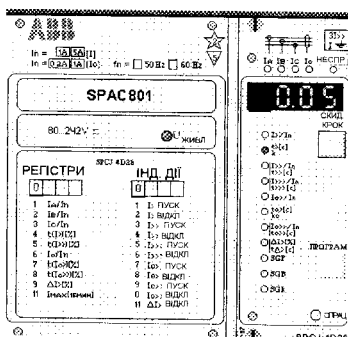
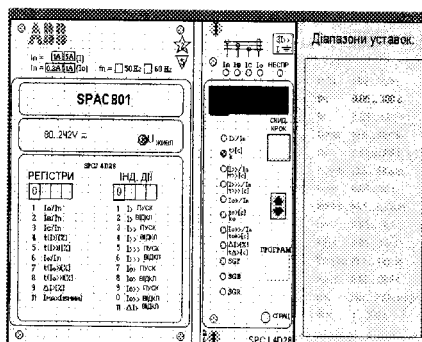


Рисунок 4 – Заставки екрана до п. 8

9. Так само виставляються уставки за часом (рис. 5).



а



б

Рисунок 5 – Заставки екрана зміни уставок за часом: а – початкова уставка 0,05 с; б – заставка екрана під час зміни уставки за часом

1.4 Установлення положення функціональних ключів

Установлення положення функціональних ключів розглянемо на прикладі ключів SGF. Перед установленням потрібно для кожного з ключів SGF1, SGF2 і т. д. (виходячи з вибраних режимів роботи) визначити стан кожного біта і підрахувати контрольні суми (КС) [1].

Для установлення положення функціональних ключів SGF потрібно послідовно виконати такі операції:

1. Початкове положення – дисплей не світиться. Виконайте входування в головне меню натисненням кнопки **С/К** на 1 с. Натискаючи **С/К** на 1с, виконайте просування по меню вперед до засвічування світлодіода **SGF** (рис. 6). Продовжуйте натискати на кнопку **С/К** декілька разів доти, доки на дисплеї не засвітиться червона цифра **1** (це означає першу групу ключів **SGF1**). При цьому на дисплеї також засвітиться встановлена **КС** першої групи ключів **SGF1**.

2. Натисненням кнопки **ПР** на час ≥ 5 с перейдіть в режим встановлення ключів **SGF1**, при цьому всі цифри дисплея повинні мигати.

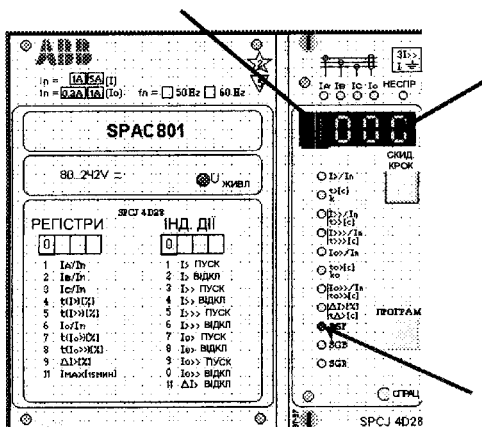


Рисунок 6 – Висвітлення **КС** першої групи ключів **SGF1**

3. Натисніть кнопку **ПР** на 1 с (рис. 7). Ліва червона цифра **1** (яка не мигає) вказує номер групи ключів (тобто **SGF1**), наступна немигаюча зелена цифра **1** вказує номер ключа в цій групі (тобто **SGF1/1**), крайня права мигаюча цифра – положення цього ключа (1 або 0).

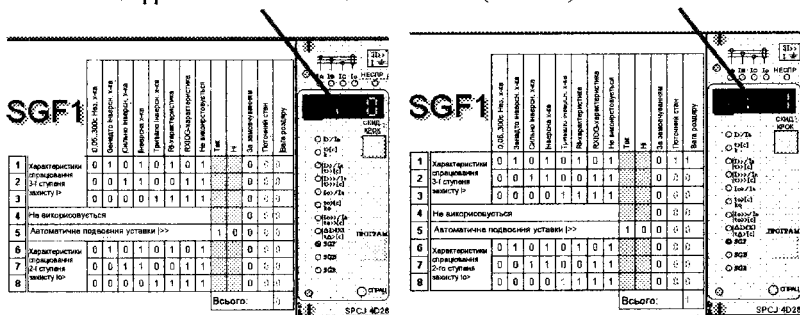


Рисунок 7 – Режим перегляду і корекції положення першого ключа першої групи ключів **SGF1**

4. Натисненням кнопки **C/K** встановить потрібне положення ключа **SGF1/1**. Кожне натиснення кнопки **C/K** змінює положення ключа: 0/1 або 1/0.

5. Натисніть кнопку **ПР** на 1 с. Немигаюча зелена цифра **2** вказує номер наступного ключа в цій групі (тобто **SGF1/2**), крайня права мигаюча цифра – положення цього ключа (**1** або **0**). Повторіть операції п. п. 3–4 і виставте положення всієї решти ключів (рис. 8, 9) в цій групі **SGF1/2 – SGF1/8** (наприклад 1 1 1 1 0 0 0).

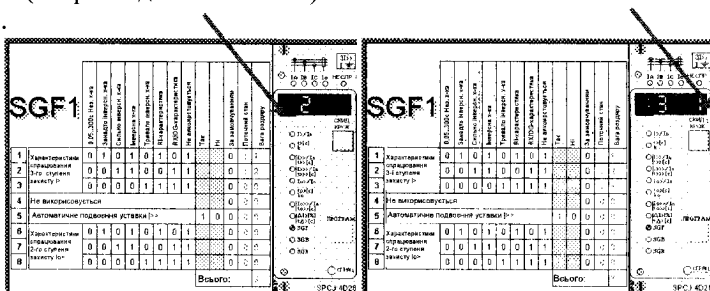


Рисунок 8 – Виставлення положення інших ключів (п. 5)

6. Після програмування останнього ключа **SGF1/8** і натиснення кнопки **ПР** на 1 с на дисплеї мигаючими цифрами висвічується встановлена **КС** ключів **SGF1**, яку потрібно порівняти з раніше розрахованою **КС**. Якщо ці суми збігаються, то положення ключів **SGF1** встановлено правильно і їх записують в пам'ять одночасним натисненням кнопок **C/K+ПР** (клавіша). При цьому на дисплеї короткочасно висвічуються три зелені тире «- - -». Після запису нова контрольна сума висвічується немигаючими зеленими цифрами.

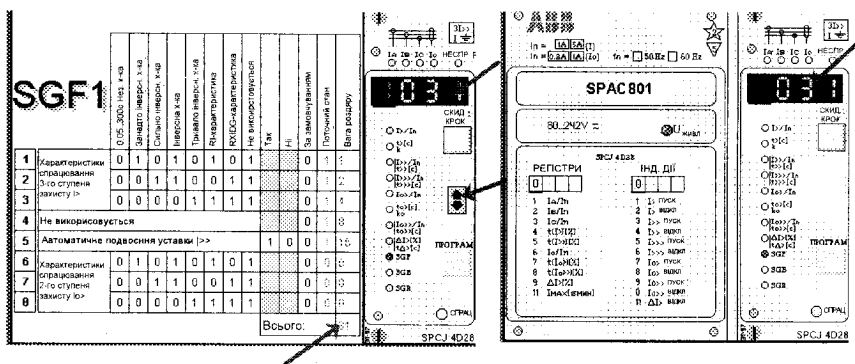


Рисунок 9 – Етапи запису контрольної суми 31

7. Якщо виявиться, що встановлена КС ключів неправильна, то повторенням пунктів 3–5 виставити нове положення ключів.

8. Якщо з яких-небудь причин ви вирішите перервати установлення ключів, то потрібно натиснути кнопку ПР на час ≥ 5 с і повернутися в меню без запам'ятовування нових установлень ключів.

9. Після установлення і запису в пам'ять положення ключів SGF1 натиснути на 1 с кнопку С/К, червона немигаюча ліва цифра 2 вказує на номер ключів SGF2, три зелені цифри справа показують встановлену КС ключів SGF2. Повторенням пунктів 2–6 виставити і записати в пам'ять положення ключів SGF2. Повторити всі операції для решти ключів.

У блоках захистів SPCU 3C15 і SPCU 1C6 пристрою SPAC 804 перемикачі SG1 виведені безпосередньо на передню панель цих блоків і установлення їх положення (0 або 1) виконується натисненням на відповідний ключ, при цьому на дисплеї висвічується поточне значення КС. У симуляторі SPAC 804 ці операції моделюються натисненням лівої кнопки миші на рисунку даного ключа.

1.5 Налаштування робочого середовища симулятора

1. Запустіть симулятор (файл SPAC 801.exe) і після виведення заставки натисніть ОК. На екрані з'явиться графічне зображення передньої панелі SPAC 801-01 (рис. 10).

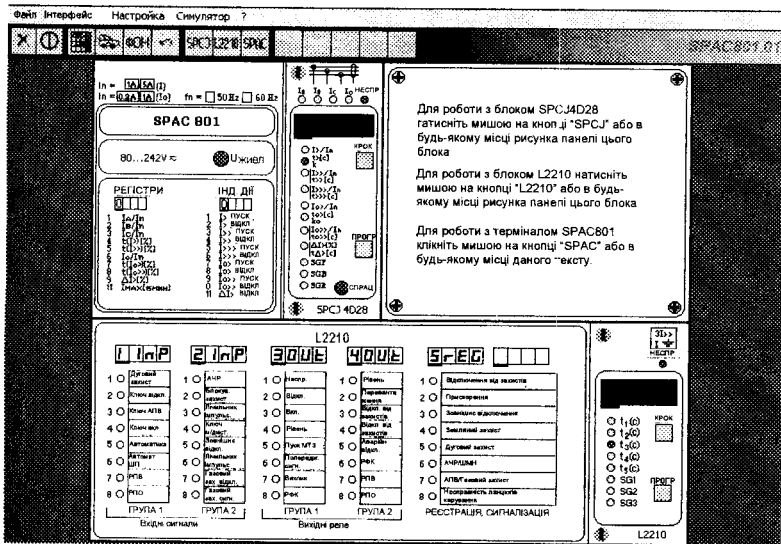


Рисунок 10 – Графічне зображення передньої панелі SPAC 801-01

2. Відкрити пункт меню ? (довідка) за допомогою маніпулятора «миша» (або клавішею **F1**) і проглянути зміст пункту «Виклик довідки». Вивчити призначення всіх пунктів меню і кнопок на панелі інструментів (рис. 11).

3.

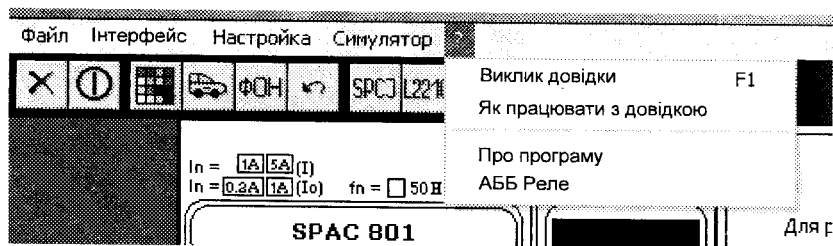


Рисунок 11 – Вміст пункту меню ?

4. Натисніть на кнопку «Інтерфейс». На екрані відкриться меню (рис. 12).

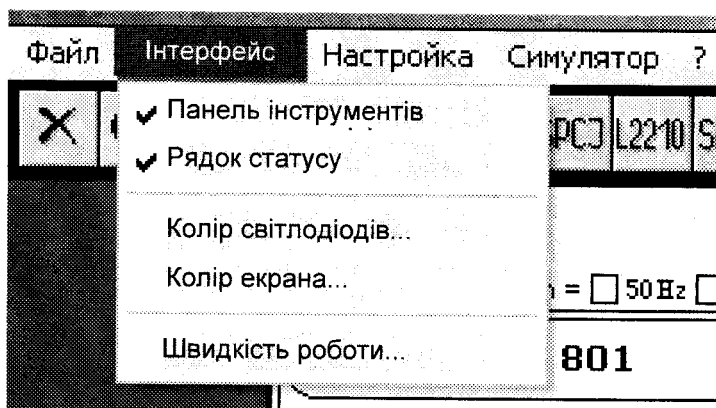


Рисунок 12 – Меню кнопки «Інтерфейс»

5. Підберіть найбільш прийнятні для вас:

- колір фону і колір світіння світлодіодів (рис. 13,14);
- швидкість руху по меню (зазвичай це положення «Нормально») (рис. 15, 16);

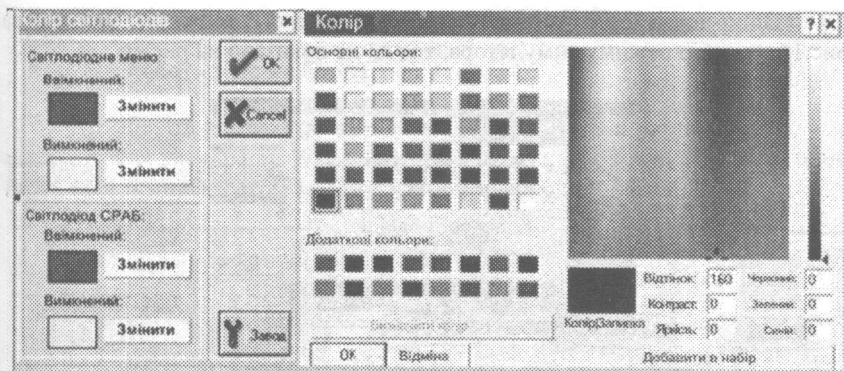


Рисунок 13 – Зміна кольору світлодіодів

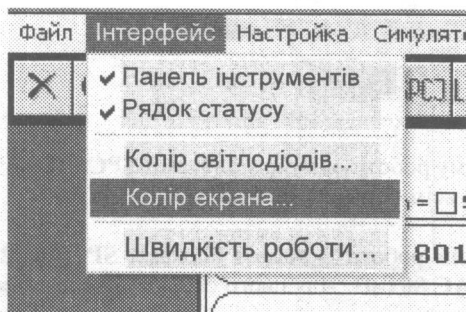
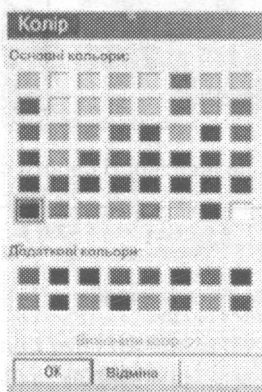


Рисунок 14 – Зміна кольору екрана

Вибір швидкості руху по меню здійснюється так, як це показано на рис.15., а вибір режиму симулятора, так як це показано на рис.16.

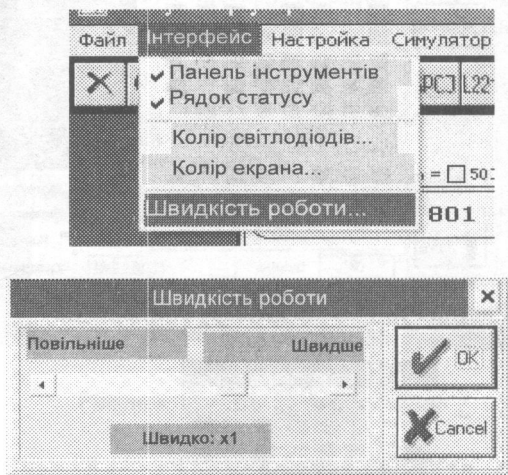


Рисунок 15 – Зміна швидкості роботи симулятора

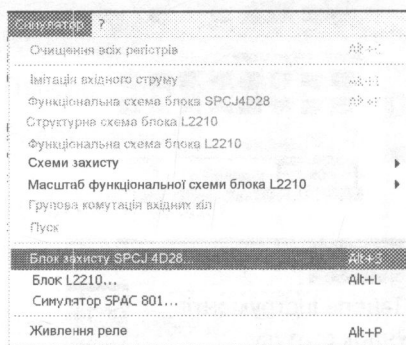


Рисунок 16 – Вибір режиму роботи окремо з блоками SPCJ 4D28 та L2210 або зі всім пристроєм SPAC 801-01

6. Виберіть режим роботи окремо з блоками SPCJ 4D28, L2210 або зі всім пристроєм SPAC 801-01. Для цього скористайтеся одним із способів:

- виберіть відповідний пункт в меню **Симулятор** (рис. 16);
- натисніть відповідну кнопку на панелі інструментів;
- клацніть мишею в будь-якому місці рисунка панелі даного блока.

1.6 Вивчення роботи блока захисту SPCJ 4D28

1.6.1 Робота з меню блока

1. Виберіть режим роботи з блоком SPCJ 4D28 і увімкніть його живлення. Після увімкнення живлення виконується тест блока, після чого дисплей стає темним (рис.17).

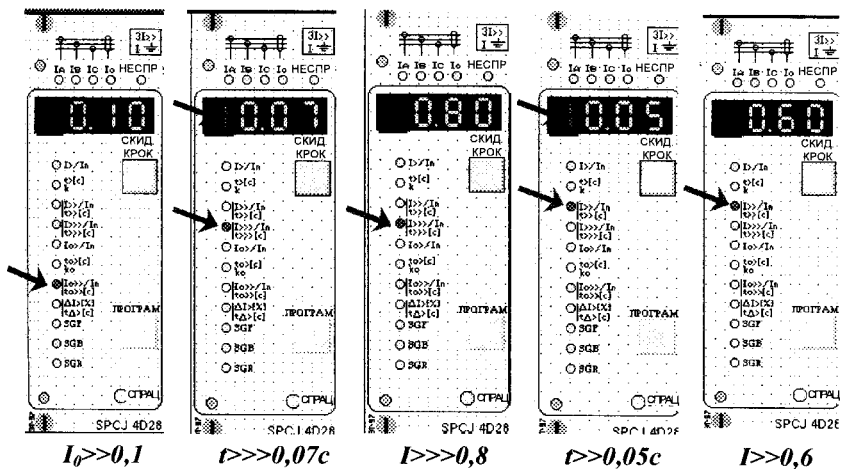


Рисунок 17 – Перевірка уставок за часом і струмом

2. Зайти в підменю Група перемикачів SGF1 і переконаватися в тому, що їх КС = 0 (рис. 18). Якщо КС $\neq 0$, то її потрібно встановити в 0.

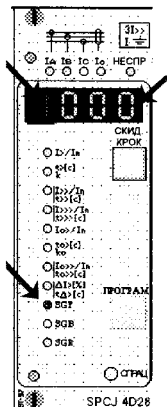


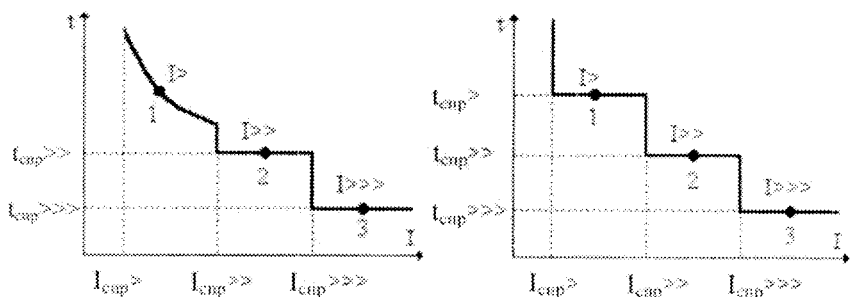
Рисунок 18 – Перевірка КС групи перемикачів SGF1 ($КС_{SGF1} = 0$)

Виконайте круговий рух по меню блока вперед і назад. Прогляньте уставки за струмом і часом, а також контрольні суми ключів. **Запишіть їх у звіт з лабораторної роботи.** Характеристики триступеневого струмового захисту від міжфазних к.з. наведено на рис. 19.

Під час переміщення по меню бажано мати перед собою схему меню [1].

Зверніть увагу на те, що:

- під час перегляду значень струмів на дисплеї вони наведені у відносних одиницях ($I/I_{ном2}$), а час – в секундах, ($I_{ном2}$ – номінальний вторинний струм трансформатора струму);
- під час перегляду значення уставки за струмом $I_{сп>>}$ світитиметься світлодіод $I>>$, під час перегляду значення уставки за часом $t_{сп>>}$ світитиметься цей же світлодіод, але на лівому індикаторі засвічується «1».



- а) зворотнозалежна характеристика третього ступеня $I>$ б) незалежна характеристика третього ступеня $I>$

Рисунок 19 – Характеристики триступеневого струмового захисту від міжфазних к.з.

3. Встановіть такі уставки спрацьовування захисту від міжфазних замикань при незалежній захисній характеристиці (рис. 19, б) трьох ступенів триступеневого струмового захисту (табл. 2).

Таблиця 2 – Уставки триступеневого струмового захисту

$I>$	$t>$	$I>>$	$t>>$	$I>>>$	$t>>>$
1 в.о.	10 с	2 в.о.	6 с	4 в.о.	3 с

В таблиці 2 наведені уставки спрацьовування за струмом і часом трьох ступенів триступеневого струмового захисту від міжфазних к.з., де $I>$, $t>$ – струм і час третього ступеня; $I>>$, $t>>$ – другого; $I>>>$, $t>>>$ – першого.

4. Встановити уставки спрацьовування захисту від замикань на землю при незалежній характеристиці ступеня $I_{0>}$, де $I_{0>}$, $t_{0>}$ – струм і час першого ступеня; $I_{0>>}$, $t_{0>>}$ – другого (табл. 3).

Таблиця 3 – Уставки двоступеневого струмового захисту нульової послідовності

$I_{0>}$	$t_{0>}$	$I_{0>>}$	$t_{0>>}$
0,5 в.о.	10 с	3 в.о.	3 с

5. Встановити для ключів блока **SPCJ 4D28** наступні КС:

- **SGF1 = 0** (незалежні характеристики ступенів захистів $I>$ і $I_{0>}$);
- **SGF2 = 0** (всі ступені захистів введені в роботу і немає фіксації їх пусків);
- **SGF3 = 0** (захист I_{Δ} введенний в роботу і немає блокування ступенів $I>$ і $I_{0>}$ при запуску ступенів захистів $I>>$, $I>>>$ і $I_{0>>}$);
- **SGF4, SGF6, SGF7 і SGF8 = 0** (ці ключі в SPAC не використовуються);
- **SGF5 = 170** (для того, щоб засвітити діод **VD** «Спрац.» будуть працювати лише сигнали **TS** блока захистів);
- **SGB1 = 0** (немає блокування спрацьовування ступенів захистів від сигналу BS1);
- Для ключів **SGR** встановити такі контрольні суми (у рядку «Сигнал» табл. 4 наведені дії ступенів захистів на виходи блока при заданій КС).

Таблиця 4 – КС та дії ступенів захистів

Ключ	SGR1	SGR2	SGR3	SGR4	SGR5
КС	0	2	1	8	0
Сигнал	–	$t \rightarrow TS1$	$I \rightarrow SS1$	$t \rightarrow TS2$	–
Ключ	SGR6	SGR7	SGR8	SGR9, 10	SGR11
КС	8	0	4	0	8
Сигнал	$t \rightarrow TS2$	–	$t_0 \rightarrow SS2$	–	$t_{\Delta} \rightarrow TS2$

6. Встановити такі уставки спрацьовування захисту від несиметрії фаз: $I_{\Delta} = 20\%$ і $t = 5$ с (не вийде встановити, бо цей захист в установках – відключений). Збереження параметрів налаштування здійснюється так, як це показано на рис. 20.

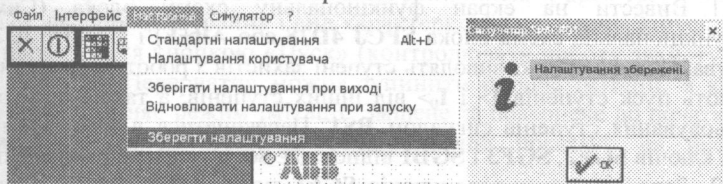


Рисунок 20 – Збереження параметрів налаштування

7. Збережіть ці уставки як уставки користувача: <Налаштування / Зберегти налаштування> (рис. 20).

8. Перейти в реєстр А меню і перевірити вміст розряду 4 (рис. 21). Там повинно бути встановлено значення «0» – основні уставки, адже всі (виставлені нами раніше) уставки є основними. Встановити в підреєстрі 4 значення «1» – допоміжні уставки.

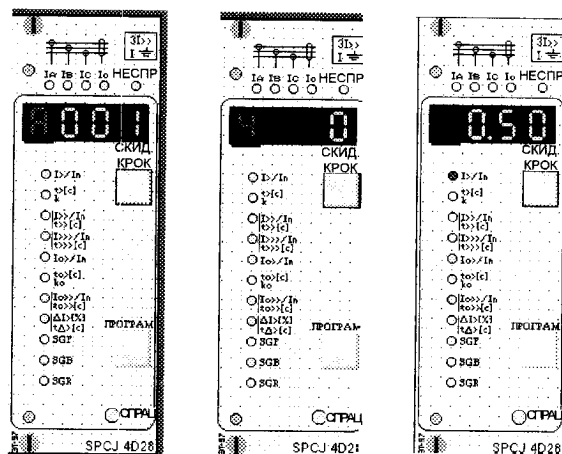


Рисунок 21 – Перевірка вмісту четвертого розряду реєстра А

9. Повернутися в меню до уставки ступеня **I>** і переконатися в тому, що висвічується заводська уставка $I_{спр} = 0,5$. Звернути увагу, що при русі по меню при основних уставках світлодіоди світяться безперервно, а при допоміжних уставках вони мигають.

Знову перейти в підреєстр 4 реєстра А, встановити режим основних уставок, повернутися до уставки ступеня **I>** і переконатися в тому, що уставка $I_{спр}$ має значення **1**, виставлене раніше в п. 3.

1.6.2 Робота з функціональною схемою блока

1. Вивести на екран функціональну схему блока (Симулятор/Функціональна схема блока **SPCJ 4D28** або **Alt+F**) і вивчити її. Звернути увагу на ключі, які виводять ступені захистів з роботи і на ключі, що блокують пуск ступенів **I>** і **I₀>** від інших ступенів, а також блокування спрацьовування ступенів сигналом **BS1**. Переконатися в тому, що положення ключів **SGF2**, **SGF3** і **SGB1** відповідає встановленим раніше в п. 5.

2. Записати положення ключів **SGF5**, потім встановити їх мишею в стан «0» (рис. 22), перейти в режим меню і переконатися в тому, що воно

відповідає встановленому на функціональній схемі. Встановити в меню колишнє положення ключів **SGF5**, перейти в режим функціональної схеми блока і переконатися в тому, що воно відповідає встановленому в меню.

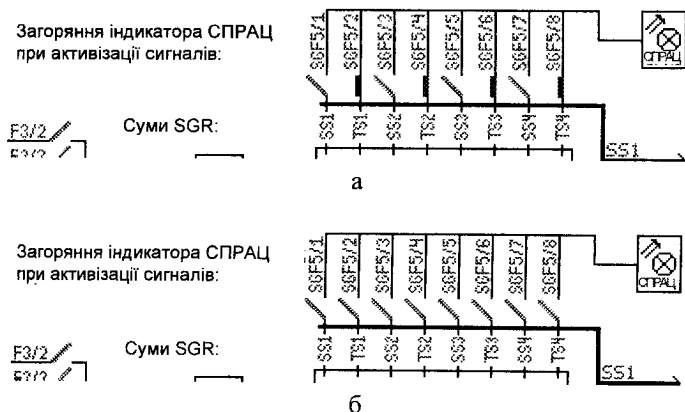


Рисунок 22 – Початкове (а) та змінене (б) положення ключів **SGF5** на функціональній схемі блока

3. Закрити режим функціональної схеми блока.

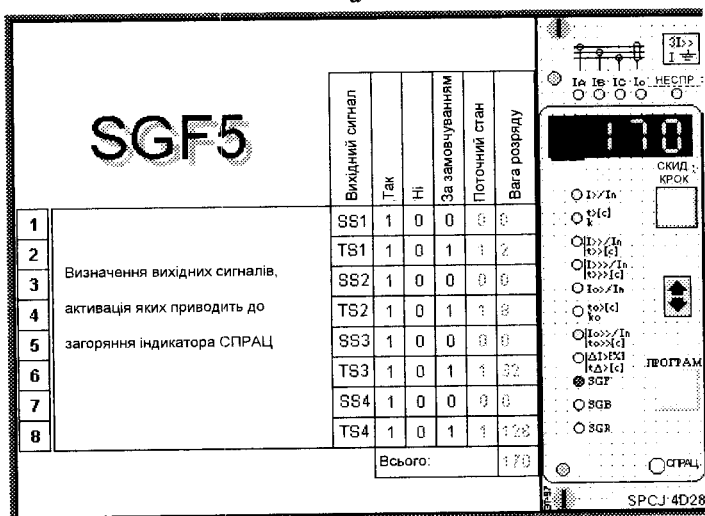
1.7 Робота з імітатором вхідних струмів

Імітація вхідного струму проводиться з метою перевірки роботи ступенів захистів моделі **SPAC 801-01** при різних пошкодженнях на лінії.

При виклику цього режиму – дисплей блока має бути темним, з меню <Симулятор/Імітація вхідного струму> або кнопкою **SP** на екран виводиться панель, на якій вибирається номінальний вторинний струм, вид пошкодження, задається струм пошкодження відносно номінального вторинного струму, причому, значення струму пошкодження виводиться на екран також і в абсолютних величинах, і, крім того, відображається час спрацьовування і вид характеристик ступенів. Запуск імітатора проводиться кнопкою «Пуск» (контролювати роботу захисту можна), кнопкою «Перервати» можна зупинити процес імітації, а кнопка «Відміна» відмінює режим імітації. Змінене та повернене до початкового положення ключів **SGF5** в режимі меню показано на рис. 23.



а



б

Рисунок 23 – Змінене (а) та повернене до початкового (б) положення ключів **SGF5** в режимі меню

Функціональна схема блока подана на рис. 24.

Вимірювальний модуль SPCJ4D28

Вказані нижче перемикачі не використовуються, тому рекомендується встановити їх в 0.

SGF1/4; SGF4/8; SGF6,7,8

Загоряння індикатора СПРАЦ при активізації сигналів:

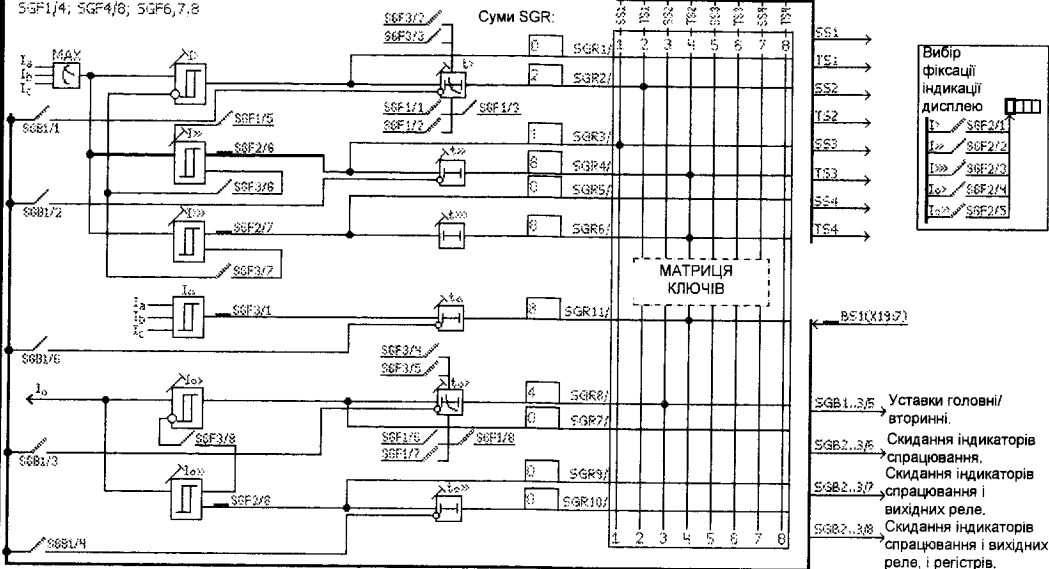


Рисунок 24 – Функціональна схема блока

Виклик режиму «Імітація Вхідного Струму» та контроль за роботою захисту показані на рис. 25, 26.

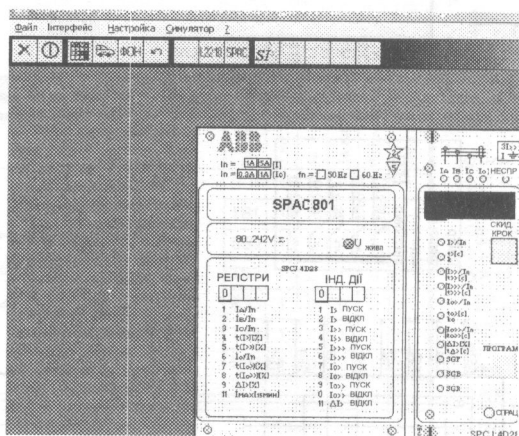


Рисунок 25 – Виклик режиму «Імітація Вхідного Струму»

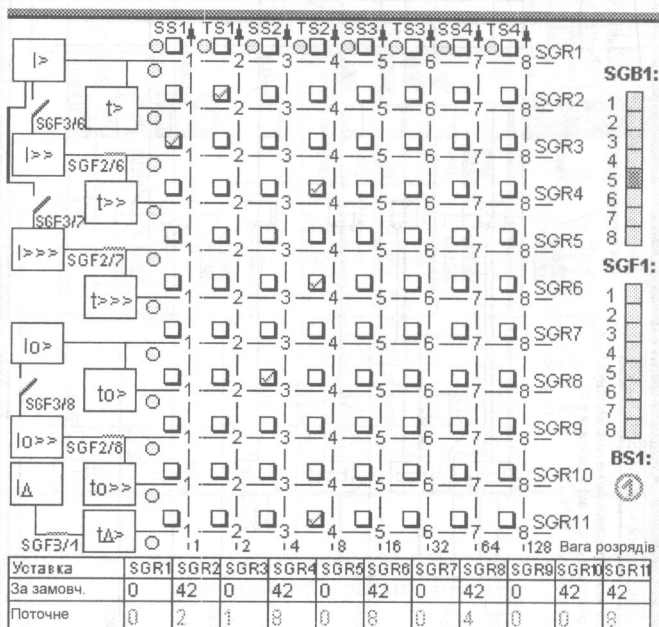


Рисунок 26 – Контроль за роботою захисту

«Хідного Струму»»

степень 1/2

«Скид.» приведіть схему імітатора в початковий стан.

повернення:

$$k_{нов} = I_{нов} / I_{спр.} \quad (1.3)$$

Результати запишіть у таблицю 5. Враховуючи те, що в використовуваному симуляторі струм уставки дорівнює струму спрацювання захисту, то

$$k_{нов} = I_{нов} / I_{уст.} \quad (1.4)$$

Досліджуваний захист відноситься до максимальних струмових захистів. Тому використовувані вимірювальні органи захисту (електромеханічні реле струму або напівпровідникові вимірювальні кола струму) є пристроями максимальної дії. Для них струмом спрацювання називають **мінімальне** значення струму, при якому вони **спрацювають**. А струмом повернення називають **максимальне** значення струму, при якому вони **повертаються** в початковий стан. Результати визначення коефіцієнта повернення та результати перевірка спрацювання ступенів захисту показані на табл. 5, 6.

Таблиця 5 – Результати визначення коефіцієнта повернення

Номер запуску	$I_{вх}, A$	$I_{2 ном}, A$	Ступені, які спрацювали, та струми їх уставок, $I_{уст}$						$k_{нов}, \text{в.о.}$		
			$I >>>, A$		$I >, A$		$I >, A$		$>>>$	$>>$	$>$
			$I_{спр}$	$I_{пов}$	$I_{спр}$	$I_{пов}$	$I_{спр}$	$I_{пов}$	ступінь		
									1	2	3
1	20	5	20	19,0	-	-	-	-	0,95	-	-
2	10	5	-	-	10	9,5	-	-	-	0,99	-
3	5	5	-	-	-	-	5	4,5	-	-	0,90

*- значення викликані блокуванням неосновних ступенів захисту.

Таблиця 6 – Перевірка спрацювання ступенів захисту

Номер запуску	$I_{вх}, A$	$I_{2 ном}, A$	$I_{вх} / I_n$	$I_{уст}, A$	Блоки, які:		Зміна індикації під час роботи	$t_{спр}, c$
					запустились	спрацювали		
1	30	5	6	20	$I >, I >>, I >>>$	$I >>>, t >>>$	5 → 6	3
2	15	5	3	10	$I >, I >>$	$I >>, t >>$	3 → 4	6
3	7,5	5	1,5	5	$I >$	$I >, t >$	1 → 2	10

Спрацювання захисту при вхідному струмі 30 А наведено на рис. 28.

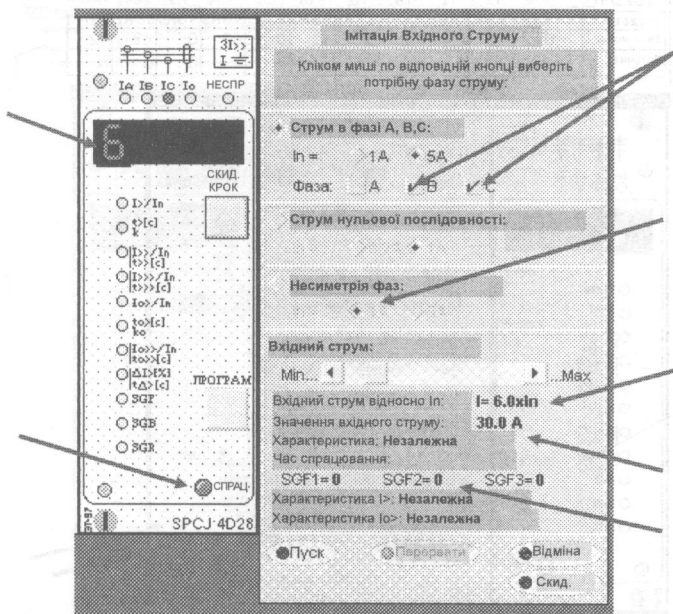
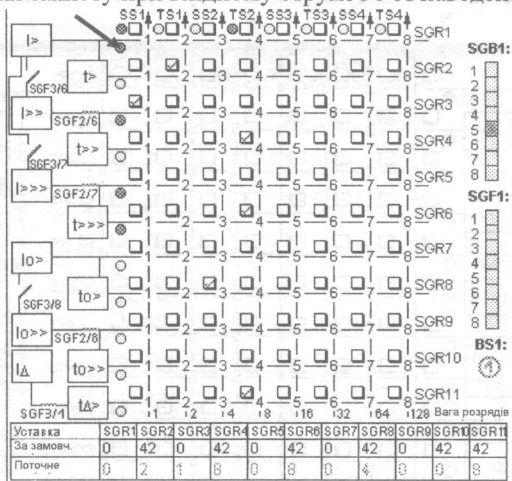


Рисунок 28 – Спрацювання захисту при вхідному струмі 30 А:
кратність струму – $30/5 = 6$

Спрацювання захисту при вхідному струмі 7,5 А показано на рис. 29

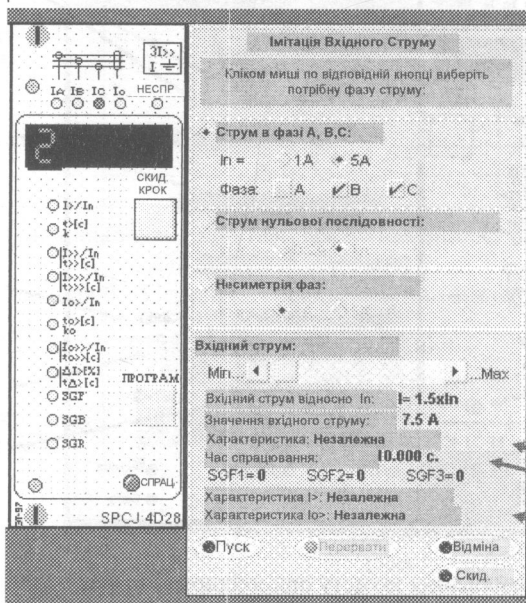
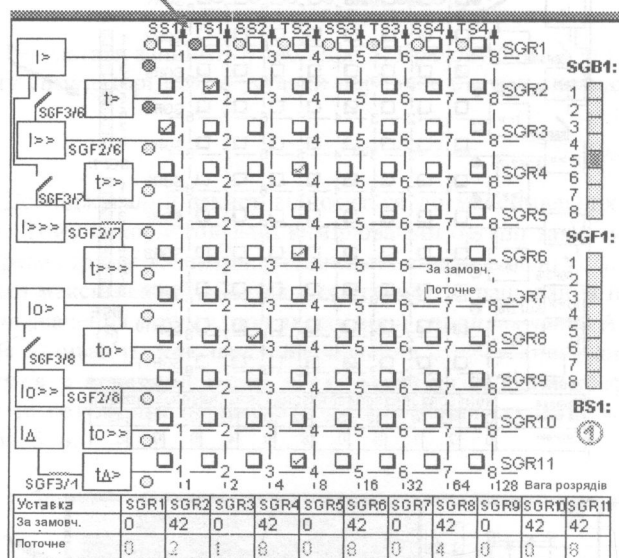


Рисунок 29 – Спрацювання захисту при вхідному струмі 7,5 А: кратність струму – $7,5/5 = 1,5$

Зменшення величини вхідного струму від спрацювання при 5,0 А до повернення при 4,5 А показано на рис. 30.

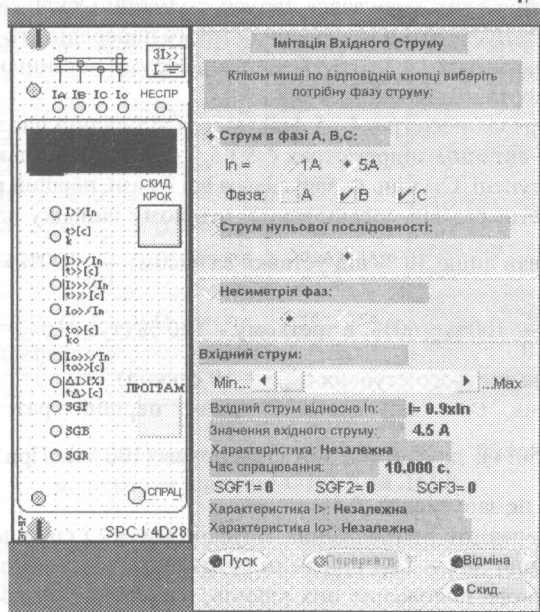
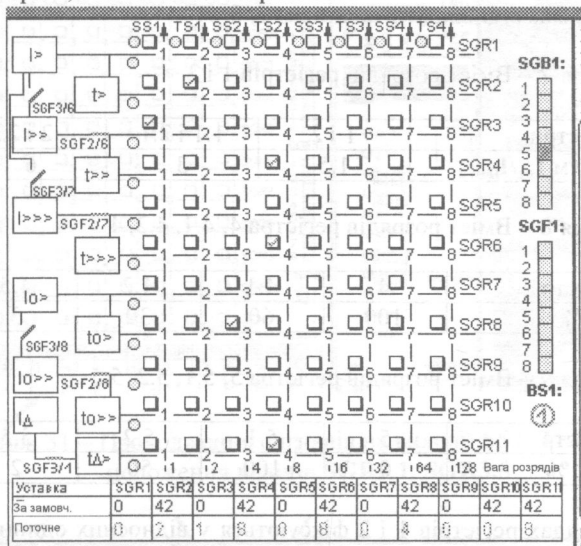


Рисунок 30 – Зменшення величини вхідного струму від спрацювання при 5,0 А до повернення при 4,5 А

3. Після виконання трьох запусків захисту прогляньте вміст регістрів 1–5, в яких фіксуються параметри струмів і час запуску ступенів. Вміст цих регістрів має відповідати таблицям 7, 8, 9.

Таблиця 7 – Вміст розрядів регістрів 1 і 2

Регістри	1 і 2	1.1 і 2.1	1.2 і 2.2
Струм $I_{вх}/I_{ном2}$	1,5	3	6

Таблиця 8 – Вміст розрядів регістра 4, 4.1, 4.2, 4.5

Регістр	4	4.1	4.2	4.5
$t>$, %	100	60	30	3

Таблиця 9 – Вміст розрядів регістра 5, 5.1, 5.2, 5.5

Регістр	5	5.1	5.2	5.5
$t>>$, %	0	100	50	2

У розрядах регістрів 1 і 2 фіксуються у відносних одиницях струми фаз А і В, при яких відбувався запуск ступенів. Оскільки струм кожного наступного запуску змінює значення струму попереднього запуску в підрегістрі, то в регістрах 1 і 2 будуть записані струми останнього запуску – 1,5, потім передостаннього – 3, і т. д.

У розрядах регістрів 4 і 5 фіксуються відносний час запуску ступенів $t>$ і $t>>$, а в останніх підрегістрах 4.5 і 5.5 фіксується кількість запусків відповідної ступені. Ступінь $t>$ запускався всі 3 рази, перший раз на 3 с, другий – на 6 с, третій раз він спрацював. У першому випадку час запуску склав (запуск тривав лише 30 % від уставки за часом) $\frac{3}{10} \cdot 100\% = 30\%$, в другому

випадку – $\frac{6}{10} \cdot 100\% = 60\%$, в третьому – 100 % (тут «10» – уставка за часом спрацювання третього ступеня $t_{спр} > = 10$ секунд).

Ступінь $t>>$ запускався 2 рази: перший раз на 3 секунди ($\frac{3}{6} \cdot 100\% = 50\%$), другий раз він спрацював (100 %). При третьому пуску цей ступінь не запускався (0 %).

4. Перевірте проходження сигналів (пуску і спрацювання ступенів) на виходи SS1 – TS4 при зміні положень ключів матриці SGR. Відновити початкове положення цих ключів, наприклад, при замиканні фаз А, В та вхідному струмі $I_{вх}=30$ А (рис. 31). Відключіть SGR3.1 і перевірте результат при замиканні фаз А, В та вхідному струмі $I_{вх}=30$ А (рис. 32).

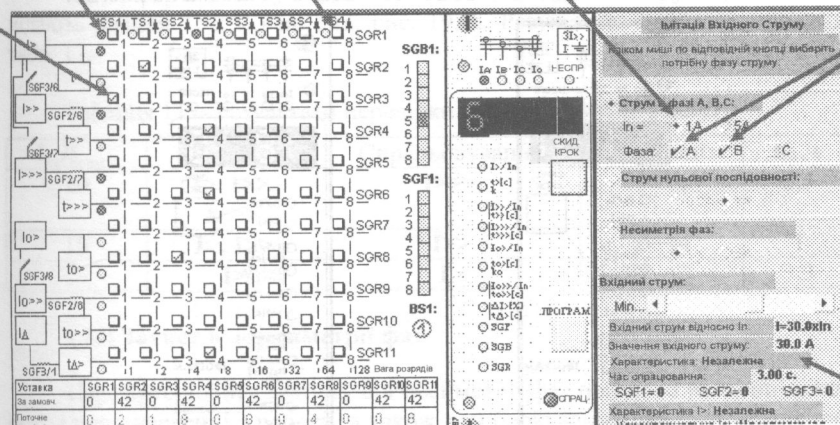


Рисунок 31 – Проходження сигналів на виходи SS1, TS4 до змін положення ключів SGR3.1, SGR3.8

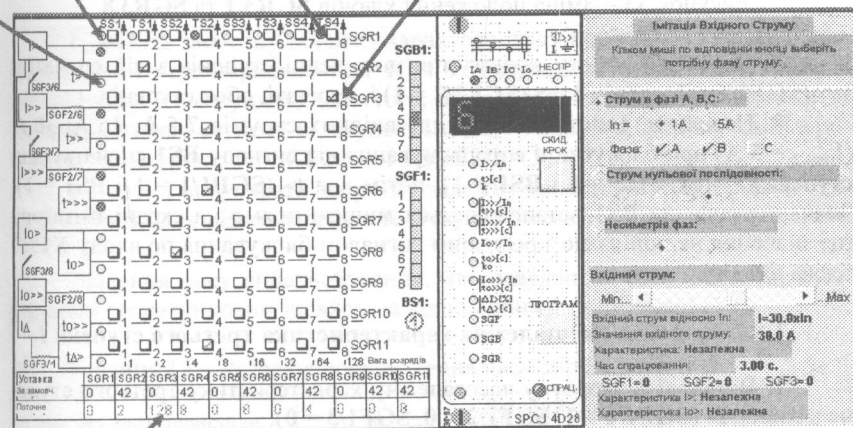


Рисунок 32 – Проходження сигналів на виходи SS1, TS4 після змін положення ключів SGR3.1, SGR3.8

5. Перемикачами **SGF5** відмінити виведення індикації на світлодіод «СПРАЦ» і перевірити роботу захисту. Відновити початкове положення цих ключів.

6. Перевірити роботу захисту при блокуванні пуску ступеня **I>** спочатку від ступеня **I>>** (**SGF3/6 = 1**), потім від **I>>>** (**SGF3/7 = 1**).

Зміна положення ключів SGR3.1 та SGR3.8 показана на рис. 33.

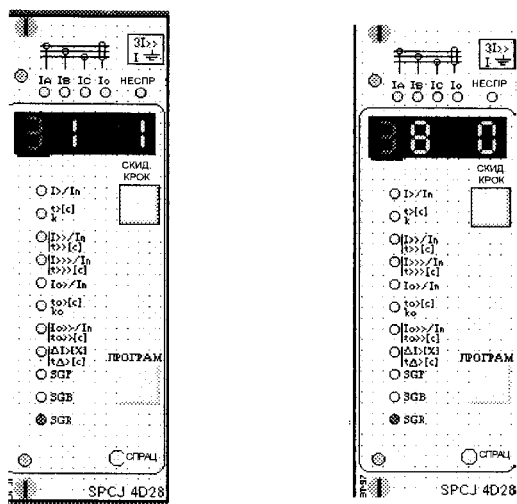


Рисунок 33 – Зміна положення ключів SGR3.1 та SGR3.8

7. Перевірте роботу захисту при виведенні ступенів з дії: спочатку $I>>$ ($SGF2/6 = 1$), потім $I>>>$ ($SGF2/7 = 1$) і, нарешті, обох ступенів.

8. Перевірте роботу захисту для входних струмів 7,5 А; 15 А; 30 А ($I_{ном 2} = 5$ А) при блокуванні спрацьовування від сигналу **BS1** спочатку для ступеня $t>>$ ($SGB1/2 = 1$ і $BS1 = 1$), потім для $t>$ ($SGB1/1 = 1$ і $BS1 = 1$). Значення сигналу **BS1** встановлюється мишею прямо на екрані імітатора (це значення не пов'язане з реальним сигналом блокування по входу **X19:7** блока входів).

1.8.2 Зворотна часозалежна характеристика третього ступеня $I>$

1. Встановіть зворотну часозалежну характеристику третього ступеня захисту $I>$ ($SGF1/1 = 1$, $SGF1/2 = 0$, $SGF1/3 = 0$).

2. Встановіть уставки спрацьовування захисту від міжфазних замикань відповідно до таблиці 10.

Таблиця 10 – Уставки спрацьовування захисту від міжфазних замикань

$I>$	K	$I>>$	$t>>$	$I>>>$	$t>>>$
1	1	7	1 с	15	0,5 с

3. Перевірте роботу ступенів захисту для вхідних струмів, які відповідають точкам 1, 2 і 3 на див. рис. 19, а. Результати мають відповідати табл. 11.

Таблиця 11 – Результати перевірки роботи ступенів захисту

$I_{вх}/I_{ном 2}$	Пуск	Спрацьовування	Індикація	$t_{спр}, c$
20	$I>, I>>, I>>>$	$I>>>$	$5 \rightarrow 6$	0,5
10	$I>, I>>$	$I>>$	$3 \rightarrow 4$	1
5	$I>$	$I>$	$1 \rightarrow 2$	3,3

1.8.3 Захист від несиметрії фаз

Перевірте роботу захисту від несиметрії фаз при його введенні в роботу і при виведенні з роботи, а також при блокуванні спрацьовування сигналом **BS1**. Нагадаємо, що раніше вже були виставлені такі уставки спрацьовування захисту від несиметрії фаз: $I_{спр\Delta} = 20 \%$ і $t_{спр\Delta} = 5 c$.

1.8.4 Перевірка зворотних часозалежних характеристик ступеня $I>$

1. Зніміть зворотну залежну характеристику $t_{спр} = f(I_*)$ ступеня $I>$ для різних типів характеристик при $K = 1$. Результати повинні відповідати табл. 11 ($t_{спр}$ – в секундах). Для того, щоб спрацьовування відбувалося за характеристикою ступеня $I>$, ступені $I>>$ і $I>>>$ повинні бути виведені з роботи (встановити ключі $SGF2/6 = 1$ і $SGF2/7 = 1$).

2. Зняти і побудувати зворотну залежну характеристику **RXIDG**-типу ступеня $I>$ для різних значень K . Результати мають відповідати таблиці 12.

Значення часу спрацьовування, які наведені в табл. 12 і 13, були отримані розрахунковим шляхом за відповідними формулами [1].

Таблиця 12 – Розрахункові значення часу спрацьовування

Вигляд характеристики	Вхідний струм, I_*						
	2	3	5	8	10	15	20
Інверсна	10,03	6,3	4,28	3,3	2,97	2,52	2,27
Сильно інверсна	13,5	6,75	3,37	1,93	1,5	0,96	0,71
Надзвичайно інверсна	26,67	10	3,33	1,27	0,81	0,36	0,2
Тривало інверсна	120	60	30	17,14	13,33	8,57	6,32
RI -типу	4,52	3,84	3,43	3,23	3,17	3,09	3,06
RXIDG -типу	4,86	4,32	3,63	2,99	2,69	2,14	1,76

Таблиця 13 – Залежність $t_{\text{сп}}(I_*)$ для характеристик **RXIDG**-типу

Коефіцієнт K	Вхідний струм I*						
	2	3	5	8	10	15	20
0,5	3,93	3,38	2,69	2,06	1,76	1,21	0,82
0,1	1,76	1,21	0,52	Не визначено			

1.9 Висновки по лабораторній роботі

Результати досліджень запишіть у таблиці. Підготуйте звіт до лабораторної роботи.

Звіт має містити: короткі теоретичні відомості; хід роботи; результати експериментів; аналіз результатів; загальні висновки до лабораторної роботи; схеми релейного захисту та віконні заставки, що пояснюють виконання роботи та отримані результати.

Контрольні запитання

1. Назвіть призначення та функції блока мікропроцесорного захисту і логіки **SPAC 801**.
2. Призначення та використання елементів керування блока **SPCJ 4D28** захисту **SPAC 801**, розташованих на передній панелі.
3. Призначення та використання елементів індикації блока **SPCJ 4D28** захисту **SPAC 801**, розташованих на передній панелі.
4. Розрахунок уставки спрацювання за струмом максимального струмового захисту.
5. Розрахунок уставки спрацювання за часом максимального струмового захисту.
6. Розрахунок уставки спрацювання за струмом струмової відсічки.
7. Розрахунок уставки спрацювання за часом струмової відсічки.
8. Як налаштовуються уставки спрацювання струмової відсічки та максимального струмового захисту в блоці **SPCJ 4D28** захисту **SPAC 801**?
9. Як змінюються положення функціональних ключів **SGF**?
10. Як налаштовується робоче середовище стимулятора **SPAC 801**?
11. Як перевірити уставки спрацювання захисту **SPAC 801** за часом та за струмом?
12. Що називається зворотно-залежною характеристикою спрацювання захисту?
13. Поясніть часонезалежну характеристику струмового ступеневого захисту?
14. Вкажіть основні методи роботи з функціональним блоком.
15. Яким чином задаються струми і види к.з.?
16. Як здійснюється захист від несиметрії фаз в блоці **SPCJ 4D28**?
17. Як перевіряється зворотна часозалежна характеристика третього ступеня струмового ступеневого захисту?

Лабораторна робота № 2

Тема: Блок SPCJ 4D28 мікропроцесорного захисту SPAC 801

Алгоритм виконання роботи

2.1 Робота з блоком

1. Подайте живлення на блок **SPCJ 4D28** захисту **SPAC 801** шляхом натискання на кнопку, вигляд якої наведений на рис. 34. Введення вторинних струмів трансформаторів струму наведено на рис. 35.



Рисунок 34 – Розташування кнопки живлення

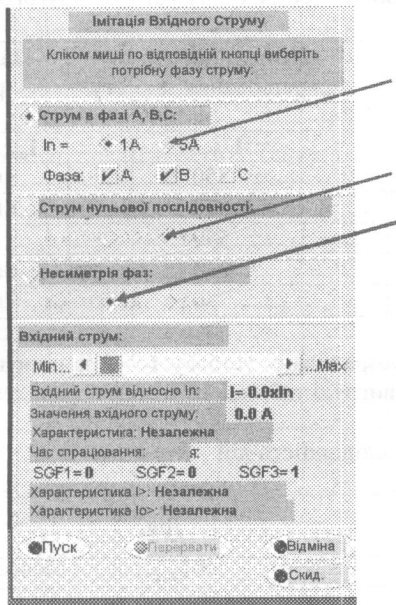


Рисунок 35 – Введення вторинних струмів трансформаторів струму

2. Після закінчення тестування (коли індикатори стануть темними) перевірте початковий стан уставок за струмом і часом. Результати перевірки запишіть в таблицю 14. Також введіть дані про трансформатори струму (рис. 35).

Таблиця 14 – Результати перевірки початкового стану уставок

$I_{\text{ном } 2}, \text{ A}$	$I_{\Delta\Delta\Delta}, \text{ B.O.}$	$I_{\Delta\Delta}, \text{ B.O.}$	$I_{\Delta}, \text{ B.O.}$	$I_{\text{ном } 0}$	$I_{0}, \text{ B.O.}$	$I_{\text{ном } \Delta}$	$I_{\Delta}, \text{ B.O.}$	$t_{\Delta\Delta\Delta}, \text{ c}$	$t_{\Delta\Delta}, \text{ c}$	$t_{\Delta}, \text{ c}$	$t_{0\Delta\Delta}, \text{ c}$	$t_{0\Delta}, \text{ c}$	$t_{\Delta}, \text{ c}$

3. Порахуйте уставку другого ступеня триступеневого струмового захисту від міжфазних к.з. (**SPAC 801** для блока **SPCJ 4D28**) відповідно до даних, наведених в таблиці 15. Результати розрахунку запишіть у звіт.

Таблиця 15 – Дані для розрахунку уставок другого ступеня захисту

Номер бригади	Первинний струм спрацювання захисту	Номінальні струми трансформатора Струму	
	$I_{\text{сз}}, \text{ A}$	$I_{\text{ном } 1}, \text{ A}$	$I_{\text{ном } 2}, \text{ A}$
1	350	300	5
2	450	400	5
3	550	500	5
4	650	600	5
5	750	700	5

4. Встановіть розраховану уставку $I_{\Delta\Delta}$ і запишіть послідовність ваших дій (алгоритм) у вигляді таблиці 16.

Таблиця 16 – Послідовність дій

Номер з.п.	Дія
1	...
...	...

5. Спроектуйте схему та виберіть режим роботи струмового триступеневого захисту, який має витримки за струмом і часом, для кожного ступеня. Визначте стан кожного розряду регістрів ключів. Підрахуйте контрольну суму (КС). Результати запишіть у таблиці 17, 18.

Таблиця 17 – КС регістрів

Регістри											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0*	11	A

Примітка. 0* – маємо на увазі «10».

Таблиця 18 – Стан розрядів регістрів

Блок ключів	Ключ у блоці	Стан розрядів регістрів							
		1	2	3	4	5	6	7	8
SGR	1	...	...	...	...	...	...	...	...
	2	...	...	...	...	...	...	...	...
	3	...	...	...	...	...	...	...	...
	4	...	...	...	...	...	...	...	...
	5	...	...	...	...	...	...	...	...
	6	...	...	...	...	...	...	...	...
	7	...	...	...	...	...	...	...	...
	8	...	...	...	...	...	...	...	...
	9	...	...	...	...	...	...	...	...
	0*	...	...	...	...	...	...	...	...
	11	...	...	...	...	...	...	...	...
SGB	1	...	...	...	...	...	...	...	...
	2	...	...	...	...	...	...	...	...
	3	...	...	...	...	...	...	...	...
SGF	1	...	...	...	...	...	...	...	...
	2	...	...	...	...	...	...	...	...
	3	...	...	...	...	...	...	...	...
	4	...	...	...	...	...	...	...	...
	5	...	...	...	...	...	...	...	...
	6	...	...	...	...	...	...	...	...
	7	...	...	...	...	...	...	...	...
	8	...	...	...	...	...	...	...	...

Примітка. 0* – маємо на увазі «10».

2.2 Приклад розрахунку уставок струмового ступеневого захисту

Задача. Від підстанції «Південна» напругою 110/10 кВ відходить повітряна лінія електропередач (фідер W1) напругою 10 кВ в напрямку підстанції № 37 «Яблунева». Фрагмент схеми мережі наведений на рис. 36, а початкові дані для розрахунку в таблицях 19 – 22.

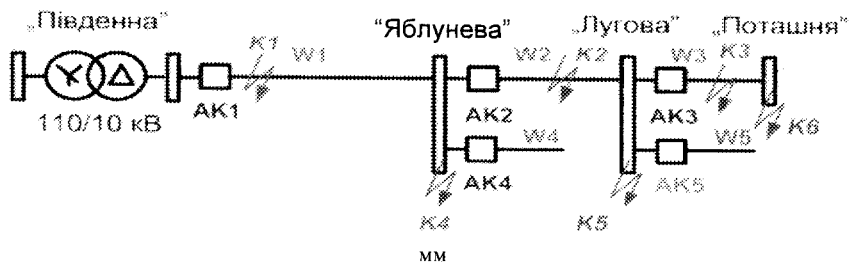


Рисунок 36 – Фрагмент схеми мережі

Таблиця 19 – Початкові дані для розрахунку

Назва підстанції	Номер підстанції	Фідер				
		Но- мер	Позначення	Довжина, км	Марка проводу	Питомий опір: активний*, індуктив- ний**, повний*** Ом/км
Південна	4	1	W1	7	A70	0,4131 0,341 0,536
Яблунева	37	2	W2	5	A70	0,4131 0,341 0,536
		4, 5	W4, W5	6	A70	0,4131 0,341 0,536
Лугова	112	3	W3	3	A50	0,5784 0,355 0,679
Поташня	29	-	-	-	-	-

* – при 20 °С.

** – відстань між фазами – 1 метр.

*** – розрахункове значення.

Розрахунок.

При трифазному к.з. в точці К.1

$$I_{\text{к.з.}}^3 = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z},$$

де Z – модуль повного опору проводу однієї фази лінії 10 кВ від підстанції 110/10 кВ до місця замикання;

U – лінійна напруга.

Таблиця 20 – Струми к.з.

	Вид к.з.	Струм к.з. в точці К, А					
		1	2	3	4	5	6
Відстань до к.з.* l , км,	Трифазне	1	8	13	7	12	15
Опір, Ом		0,536	4,285	7,107	3,75	6,428	8,464
Струм к.з., кА		10780	1347	812	1540	898,19	682,133
Струм к.з., кА	Двофазне	8093	1167	704	1333	778	591
Струм к.з., кА	Однофазне	0,025	0,2	0,325	0,175	0,3	0,375

Примітка. l – відстань від підстанції «Південна» до місця короткого трифазного замикання на землю.

Активний опір проводу однієї фази лінії 10 кВ від підстанції 110/10 кВ до місця замикання, наприклад, до точки **К1**:

$$R_{K1} = r_{\text{ном}} A70 l_{K1},$$

де l_{K1} – відстань від підстанції 110/10 кВ до місця замикання, наприклад, до точки К1.

$$l_{K1} = l \text{ км},$$

$$R_{K1} = 0,4131 \cdot l = 0,4131 \text{ Ом}.$$

Індуктивний опір проводу однієї фази лінії 10 кВ від підстанції 110/10 кВ до місця замикання, наприклад до точки К1:

$$X_{K1} = x_{\text{ном}} A70 l_{K1},$$

$$X_{K1} = 0,341 \cdot l = 0,341 \text{ Ом}.$$

Повний опір проводу однієї фази лінії 10 кВ від підстанції 110/10 кВ до місця замикання, наприклад, до точки К1:

$$Z_{K1} = z_{\text{ном}} A70 l_{K1},$$

або

$$Z_{K1} = \sqrt{R_{K1}^2 + X_{K1}^2},$$

$$Z_{K1} = \sqrt{(0,4131)^2 + (0,341)^2} = 0,536 \text{ Ом}.$$

Струм трифазного к.з. в точці К1:

$$I_{к.з.}^3 = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 0,536} = 10780 \text{ А.}$$

При двофазному к.з. в точці К.1

$$I_{к.з.}^2 = \frac{I_{к.з.}^3 \cdot \sqrt{3}}{2} = 0,867 \cdot I_{к.з.}^3 = 9334 \text{ А.}$$

Для наближених розрахунків струмів однофазних замикань на землю на повітряних лініях електропередач із ізольованою нейтраллю дозволяється приймати такі питомі значення ємнісних струмів: 6 кВ – 0,015 А/км; 10 кВ – 0,025 А/км; 35 кВ – 0,1 А/км.

Враховуючи той факт, що активні та індуктивні опори генераторів, трансформаторів і ЛЕП набагато менші, ніж ємнісний опір мережі, то ці опори можна не враховувати. Тоді опір:

$$X_{\Sigma} = X_c = \frac{l}{\omega \cdot C} = \frac{l}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}.$$

Ємність пошкодженої фази зашунтована місцем замикання, і тому струм через цю ємність не проходить. Значення струму в місці замикання на землю в мережі із ізольованою нейтраллю (10 кВ) визначається за таким виразом:

$$i_{к.з. К1}^I = \frac{\dot{U}_B^{(I)}}{X_{\Sigma}} + \frac{\dot{U}_C^{(I)}}{X_{\Sigma}}.$$

Тому, наприклад, струм однофазного замикання на землю в точці К1 визначається так:

$$i_{к.з. К1}^I = i_{к.з. 10кВ нм}^I \cdot l, \\ i_{к.з. К1}^I = 0,025 \cdot l = 0,025 \text{ А.}$$

Робочий максимальний струм визначаємо, знаючи навантаження

$$I_{роб. макс} = \frac{P_{нав}}{\sqrt{3} \cdot U}.$$

Так для ЛЕП W1

$$I_{роб. макс} = \frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 202 \text{ А.}$$

Результати розрахунків запишіть у вигляді таблиць 21-22.

Таблиця 21 – Максимальні робочі струми фідерів

Фідер	W1	W2	W3	W4	W5
Активна потужність навантаження, $P_{\text{нав}}, \text{кВА}$	3500	2300	1000	1200	1300
Струм $I_{\text{роб.макс}}, \text{А}$	202	133	58	69	75
Спад напруг в лініях, В	108	498	371	223	241

Струм спрацювання струмового захисту – струмової відсічки (перший ступінь), підстанція «Південна» (№ 4), ЛЕП W1

$$I_{\text{с.з.,с.в.,w1}}^I = I_{\text{с.з.,с.в.,w1}} >>> = k_{\text{над}} \cdot I_{\text{к.з.4}}^{(3)},$$

де $k_{\text{над}}$ – коефіцієнт надійності, $k_{\text{над}}=1,2$ в.о. [5]

$$I_{\text{с.з.,с.в.,w1}}^I = I_{\text{с.з.,с.в.,w1}} >>> = 1.2 \cdot 1540 = 1848 \text{ А.}$$

Подібно до W1 по лінії W4, при трифазному к.з в кінці лінії W4, протікає струм 829 А. А по лінії W5, при трифазному к.з в кінці лінії W5, протікає струм 599 А. Струм спрацювання струмового захисту – струмової відсічки (перша ступінь), підстанція «Яблунева» (№ 37), ЛЕП W2

$$I_{\text{с.з.,с.в.,w2}}^I = I_{\text{с.з.,с.в.,w2}} >>> = k_{\text{над}} \cdot I_{\text{к.з.5}}^{(3)},$$

$$I_{\text{с.з.,с.в.,w2}}^I = I_{\text{с.з.,с.в.,w2}} >>> = 1.2 \cdot 898 = 1078 \text{ А.}$$

Струм спрацювання струмового захисту – струмової відсічки (другий ступінь), підстанція «Південна» (№ 4), ЛЕП W1

$$I_{\text{с.з.,с.в.,w1}}^{II} = I_{\text{с.з.,с.в.,w1}} >> = k_{\text{над}} \cdot I_{\text{с.з.,с.в.,w2}}^I,$$

тому, що струм спрацювання струмового захисту – струмової відсічки (перший ступінь) ЛЕП W2 підстанції «Яблунева» (№ 37), – 1078 А є біль-

шим ніж струм спрацювання струмового захисту – струмової відсічки (перший ступінь) ЛЕП **W4** підстанції «Яблунева» (№ 37) – 995 А. Такий вибір дозволяє уникнути помилкових спрацювань другого ступеня захисту **АК1** при замиканні в кінці ЛЕП **W2** (на шинах підстанції «Лугова» № 112) та «малій» напрузі (наприклад 9,4 кВ) на шинах підстанції «Яблунева» (№ 37)

$$I'_{c.з.,c.в.,w4} = I_{c.з.,c.в.,w4} >>> = 1.2 \cdot 829 = 995 \text{ А,}$$

$$I''_{c.з.,c.в.,w1} = I_{c.з.,c.в.,w1} >> = 1.1 \cdot 1078 = 1186 \text{ А.}$$

На всіх ділянках розглянутого фрагмента схеми електричної розподільної мережі використовуються максимальні струмові захисти.

Струм спрацювання максимального струмового захисту (третій ступінь), підстанція «Південна» (№ 4), ЛЕП **W1**

$$I'''_{c.з.,м.с.з.,w1} = I_{c.з.,м.с.з.,w1} > = \frac{k_{над} \cdot k_{с.з.д.}}{k_{пов}} \cdot I_{роб.макс}^{(W1)}$$

де $k_{над}$ – коефіцієнт надійності, $k_{над} = 1,2$ в.о.;

$k_{пов}$ – коефіцієнт повернення, $k_{пов} = 0,9$ в.о.;

$k_{с.з.д.}$ – коефіцієнт самозапуску електричного навантаження (з урахуванням електричних двигунів), $k_{с.з.д.} = 2,5$ в.о. [5].

$$I'''_{c.з.,м.с.з.,w1} = I_{c.з.,м.с.з.,w1} > = \frac{1.1 \cdot 2.5}{0.9} \cdot 202 = 617 \text{ А.}$$

Параметри спрацювання захистів вказані в таблиці 22.

Таблиця 22 – Параметри спрацювання захистів

Підстанція	Фідер	Захист		Уставки	
		Позначення	Ступінь	$I_{сз}, \text{А}$	$t_{сз}, \text{с}$
Південна	W1	АК1	Перший (СВ з ВЧ)*	1848	0,5
			Другий (СВ з ВЧ)	1186	1,0
			Третій (МСЗ)**	617	2,5
Яблунева	W2	АК2	Перший (СВ з ВЧ)	1078	0,5
			Другий (МСЗ)	406	1,5
	W4	АК4	Перший (СВ з ВЧ)	995	0,5
			Другий (МСЗ)	210	1,5
Лугова	W3	АК3	МСЗ	177	1,5
	W5	АК5	МСЗ	229	1

* – СВ з ВЧ – струмова відсічка з витримкою часу,

** – МСЗ – максимальний струмовий захист.

Для розрахунку уставок рекомендуються такі значення коефіцієнтів:

$k_{від}$ – коефіцієнт відлаштування (1,1–1,2);

$k_{пов}$ – коефіцієнт повернення (0,9);

$k_{сп}$ – коефіцієнт самозапуску (2,5);

$k_{сх}$ – коефіцієнт схеми (1,0)

Δt – ступінь селективності (0,5 с).

Параметри використовуваних трансформаторів струму наведені в таблиці 23.

Таблиця 23 – Трансформатори струму та їх коефіцієнти трансформації

Номер з/п	ЛЕП	Параметри трансформаторів струму					
		Тип	Первин. струм	Вторин. Струм	Коеф. Тр-ції	Клас точн.	$I_{роб. макс.}$ А
1	W1	ТПЛ-10	300	5	60	10Р	202
2	W2	ТПЛ-10	200	5	40	10Р	133
3	W3	ТПЛ-10	75	5	15	10Р	58
4	W4	ТПЛ-10	100	5	20	10Р	69
5	W5	ТПЛ-10	100	5	20	10Р	75

Вхідні струмові кола напівпровідникових мікропроцесорних терміналів пристроїв релейного захисту так само, як і електромеханічних реле підключаються до вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів струму.

Тому струм спрацювання реле залежить від коефіцієнта трансформації трансформатора струму та схеми з'єднань трансформаторів струму і реле

$$I_{с.р.} = \frac{k_{сх}}{k_{т.т.с.}} \cdot I_{с.з.},$$

де $k_{с.з.}=1$ – коефіцієнт схеми для з'єднань трансформаторів струму і реле за схемою «зірка–зірка»;

$k_{т.т.с.} = 60$ в.о. – коефіцієнт трансформації трансформатора струму лінії W1;

$I_{с.з.}$ – струм спрацювання захисту.

Струм спрацювання реле максимального струмового захисту (третій ступінь), підстанція «Південна» (№ 4), ЛЕП W1

$$I_{\text{вл.р.}}^{\text{III}} = \frac{1}{60} \cdot 617 = 10,3 \text{ А.}$$

Струми спрацьовування реле та уставки реле наведені в таблиці 24.

Таблиця 24 – Струми спрацьовування реле та уставки реле

Фідер	Захист		Уставки			
	Позначення	Ступінь	$I_{\text{сз}}, \text{А}$	$I_{\text{с.р.}}, \text{А}$	$I_{\text{с.р.}}, \text{В.О.}$	$t_{\text{сз}}, \text{с}$
2	3	4	5	6	7	8
W1	AK1	Перший (СВ з ВЧ)*	1848	30,8	6,16	0,5
		Другий (СВ з ВЧ)	1186	19,77	3,95	1,0
		Третій (МСЗ)**	617	10,28	2,06	2,5
W2	AK2	Перший (СВ з ВЧ)	1078	26,95	5,39	0,5
		Другий (МСЗ)	406	10,15	2,03	1,5
W4	AK4	Перший (СВ з ВЧ)	995	11,8	2,36	0,5
		Другий (МСЗ)	210	10,5	2,1	1,5
W3	AK3	МСЗ	177	49,75	9,95	1,5
W5	AK5	МСЗ	229	11,45	2,29	1

2.3 Вибір уставок спрацювання триступеневого струмового захисту

Порахуйте уставки спрацьовування триступеневого струмового захисту блока **SPCJ 4D28** захисту **SPAC 801** відповідно до заданого викладчем варіанта і виставте їх на симуляторі.

Результати розрахунків запишіть у таблицю 25.

Таблиця 25 – Уставки спрацьовування блока **SPCJ 4D28** захисту **SPAC 801**

Уставки					
Перший ступінь		Другий ступінь		Третій ступінь	
$I_{>>>}, \text{А}$	$t_{>>>}, \text{с}$	$I_{>>}, \text{А}$	$t_{>>}, \text{с}$	$I_{>}, \text{А}$	$t_{>}, \text{с}$

Задайте струми аварійних і ненормальних режимів відповідно до варіанта бригади з таблиці 24.

Промодельуйте ці режими на симуляторі.

Запишіть у таблицю 26-27 результати моделювання.

Таблиця 26 – Види і параметри аварійних і ненормальних режимів

Номер бригади	Аварійний режим					Ненормальний режим (несиметрія), %	
	(міжфазне к.з.)				однофазне к.з.		
	фази	точки к.з.					
		1	2	3	Фаза		струм, А
		струм к.з., А					
1	AB						
2	BC						
3	CA						
4	AB						
5	BC						

Таблиця 27 – Перевірка спрацювання ступенів захисту АК1

Номер запуску	$I_{вх}, A$	$I_{2 ном}, A$	$I_{вх}/I_n$	$I_{уст}, A$	Блоки, які:		Зміна індикації під час роботи	$t_{спр}, c$
					запустились	Спрацювали		
1		5			$I>, I>>, I>>>$	$I>>>, t>>>$	5 → 6	
2		5			$I>, I>>$	$I>>, t>>$	3 → 4	
3		5			$I>$	$I>, t>$	1 → 2	

2.4 Висновки по лабораторній роботі

Результати досліджень запишіть у таблиці. Підготуйте звіт до лабораторної роботи.

Звіт має містити: короткі теоретичні відомості; хід роботи; результати експериментів; аналіз результатів; загальні висновки до лабораторної роботи; схеми релейного захисту та віконні заставки, що пояснюють виконання роботи та отримані результати.

Контрольні запитання

1. Розрахунок уставки спрацювання за струмом максимального струмового захисту.
2. Розрахунок уставки спрацювання за часом максимального струмового захисту.
3. Розрахунок уставки спрацювання за струмом струмової відсічки без витримки часу.

4. Розрахунок уставки спрацювання за струмом струмової відсічки (другого ступеня триступеневого струмового захисту).

5. Розрахунок уставки спрацювання за часом струмової відсічки (другого ступеня триступеневого струмового захисту).

6. Як враховується схема з'єднань трансформаторів струму і вхідних кіл реле при визначенні струму спрацювання струмового ступеневого захисту?

7. Що означає коефіцієнт надійності струмової відсічки і чому він дорівнює для захисту, який виконаний з використанням реле **SPAK 801**?

8. Що означає коефіцієнт повернення струмової відсічки і чому він дорівнює для захисту, який виконаний з використанням реле **SPAK 801**?

9. Чим забезпечується селективність дії струмових ступеневих захистів ліній електропередач, які містять дві або три ділянки?

10. Як узгоджується уставка спрацювання за струмом другого ступеня триступеневого струмового захисту з першим ступенем двоступеневого струмового захисту суміжної ділянки ЛЕП?

11. Як узгоджується уставка спрацювання за часом другого ступеня триступеневого струмового захисту з першим ступенем двоступеневого струмового захисту суміжної ділянки ЛЕП?

12. Як узгоджується уставка спрацювання за часом третього ступеня триступеневого струмового захисту з уставками струмових ступеневих захистів суміжних ділянок ЛЕП?

Блок L2210 мікропроцесорного захисту SPAC 801

Алгоритм виконання роботи

3.1 Робота з меню блока

1. З меню <Симулятор/Блок L2210> (рис. 37) або кнопкою **L2210** на панелі інструментів вивести на екран рисунок передньої панелі блока управління L2210 (рис. 38) і включити його живлення.

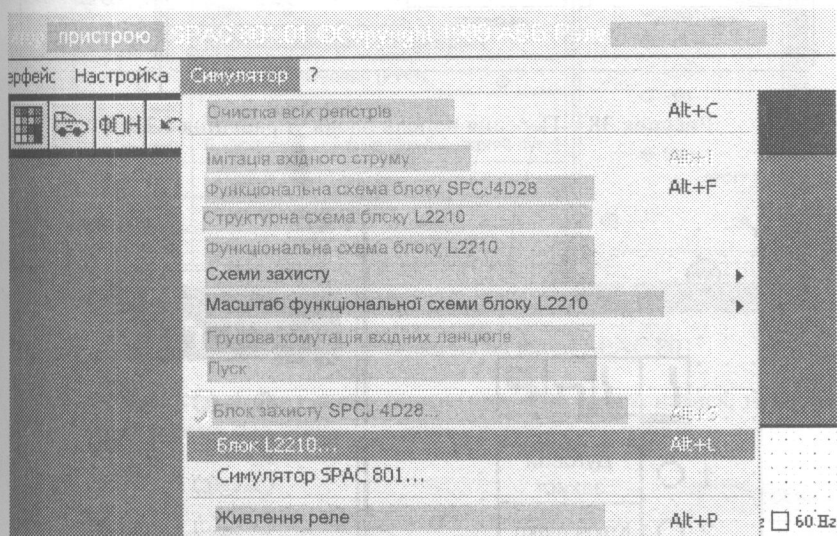


Рисунок 37 – Виклик передньої панелі блока управління L2210

Виконати рух по меню блока вперед. У пунктах меню **1InP** і **2InP** записати стан входів (**In** – від англійського слова «Input» – «Вхід»).

Передня панель блока управління L2210 наведена на рис. 38 – 39.

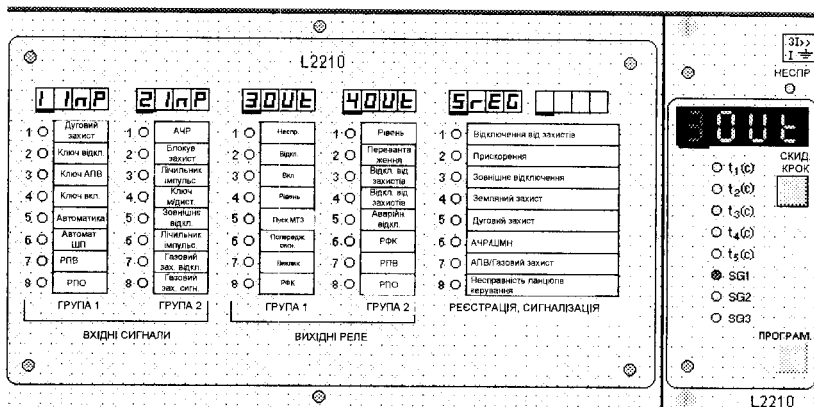


Рисунок 38 – Передня панель блока управління L2210

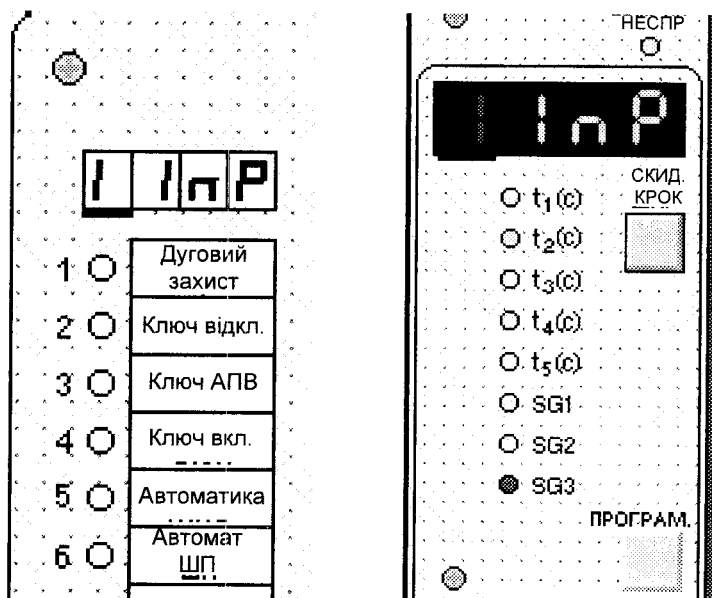


Рисунок 39 – Елементи передньої панелі та індикація стану регістра

Вхідні кола		
X 18:7	—	Від ключа „відключити”
X 18:5	—	Від ключа „включити”
X 19:2	—	Від шини або реле АЧР
X 18:9	—	Автоматика протиавар. (ШМН)
X 19:9	—	Зовнішнє відключення
X 18:8	—	АВ ШП
X 18:2	—	Від датчика дугового захисту
X 18:6	—	Ключ АПВ
X 19:5	—	Ключ місцеве/дист. „Управління”
X 18:14	—	До кіл відключення (РПВ)
X 18:15	—	До кіл включення (РПО)
X 19:7	—	Блокування захистів (комбінований пуск)
X 19:12	—	Газовий захист відкл.
X 19:13	—	Газовий захист сигн.
X 19:6	—	Лічильник імпульсів
X 19:8	—	Лічильник імпульсів



Рисунок 40 – Стан перемикачів на вході SPAC 801

2. Вивести структурну схему блока (рис. 41) і переконатися, що вона відповідає реальному положенню вхідних ключів блоку входів.

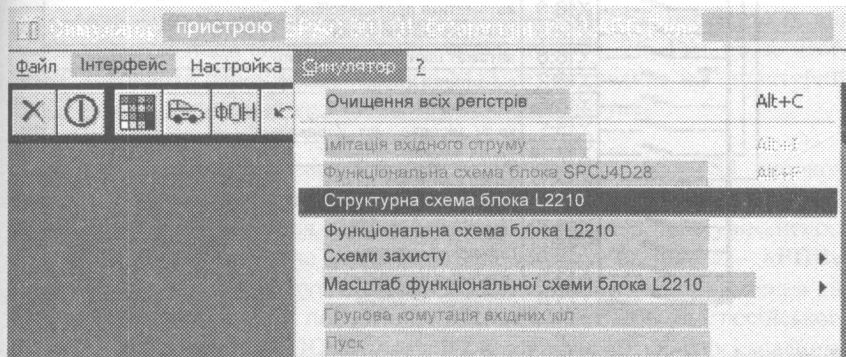


Рисунок 41 – Виклик структурної схеми блока L2210

Структурна схема блока L2210 показана на рис. 42.

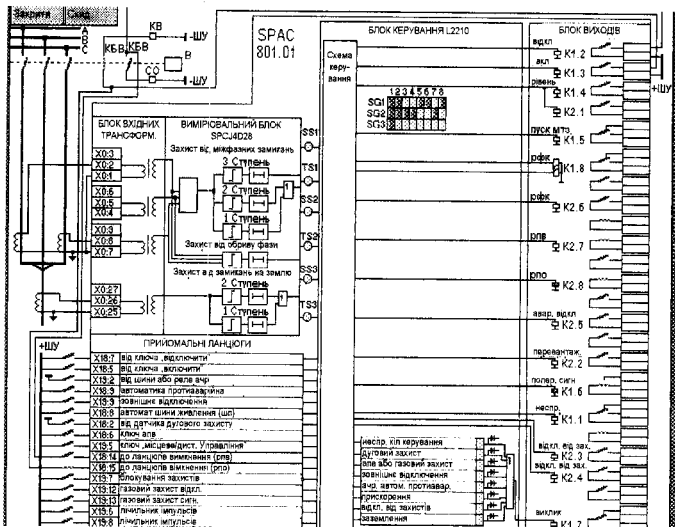


Рисунок 42 – Структурна схема блока L2210

У вікні структурної схеми блока L2210 можна бачити (рис. 43) стан приймальних ланцюгів.

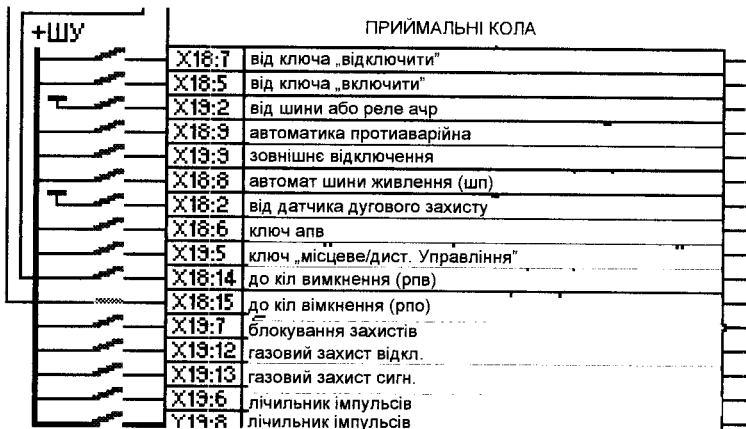


Рисунок 43 – Стан приймальних кіл у вікні структурної схеми блока L2210

3. Змініть в схемі стан входів X19:6 і X19:8 на «1», знову зайдіть в меню і переконайтесь, що в ньому відображаються нові значення цих входів (рис. 44).

Фрагмент приймального кола

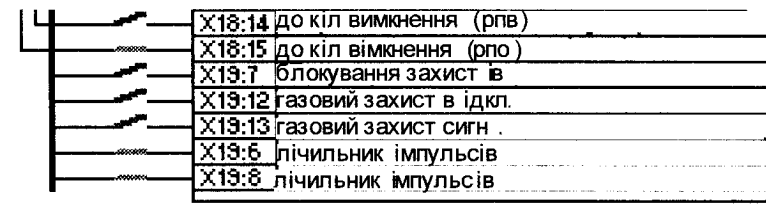


Рисунок 44 – Нові стани входів X19:6 і X19:8

4. Повернути початковий стан входів **X19:6** і **X19:8** (тобто «0»).

5. Так само в пунктах меню **3Out** і **4Out** проглянути стан виходів і переконатися, що він відповідає положенню вихідних реле блока виходів.

«Out» – від англійського слова «Out» – «Вихід».

3.1.1 Вивчення дії вихідних сигналів SS1-TS3 блока SPCJ 4D28 на вихідні реле і світлодіоди сигналізації

Активні вихідні сигнали **SS1-TS3** блока захистів діють на світлодіоди сигналізації і спрацьовування (або повернення) вихідних реле блока виходів. Ця дія визначається схемою блока і тому ключами **SG3** його можна змінити тільки в невеликих межах.

Завдання. Вивести на екран структурну схему блока і встановити положення ключа **SG1/1 = 0** (виведення **ПРВВ** – пристрою резервування відмов вимикача – російською мовою «УРОВ»).

Активізуючи мишею послідовно сигнали **SS1-TS3**, перевірте їх дію на реле і світлодіоди сигналізації відповідно до табл. 26. Там, де це необхідно, виконайте перемикання ключів **SG3** безпосередньо на структурній схемі блока, куди вони виведені для зручності користувачів.

Примітки:

1. Після кожного запуску схеми від сигналів **SS1-TS3** кнопкою «СБРОС» привести структурну схему симулятора в початковий стан. У початковому стані вимикач лінії включений, сигнал від реле увімкненого положення вимикача (реле увімкненого положення вимикача – «**РПВ**») **РПВ=1** (реле **K2.7** підтягнуте), сигнал від реле вимкненого положення вимикача (реле вимкненого положення вимикача – «**РПО**» від російського слова – «отключено») **РПО=0** (реле **K2.8** відпущене). У спрацьованому стані також знаходяться реле **K1.1** (Несправність), **K1.8** і **K2.6** (**РФК**).

2. Реле, які спрацювали, видно за зображенням котушки, яка затушується червоним кольором.

Таблиця 26 – Стан реле та світлодіодів

Сигнал	Спрацьовують реле	Знеструмлюються котушки реле	Починають світити світлодіоди
SS1=1	K1.5;	–	–
TS1=1	K1.6, K1.7, K2.2	–	–
SS2=1	K1.6, K1.7 при SG3/6=0; K2.3, K2.4 при SG3/6=1	–	VD4 при SG3/6=0; –
TS2=1	K1.2, K1.7, K2.5, K2.8	K2.7	VD1
SS3=1	–	–	–
TS3=1	K1.6, K1.7	–	–

3.2 Перевірка роботи окремих пристроїв блока

У цьому розділі вивчається і перевіряється робота окремих пристроїв блока. Схеми пристроїв, що перевіряються, входять до складу функціональної схеми SPAC 801, яку можна вивести на екран, а також наведені у вигляді окремих схем в технічному описі на SPAC 801, який можна використовувати при роботі з симулятором.

3.3 Кола керування вимикачем

Вивести на екран структурну схему **L2210**. Вивчити за схемою роботу кіл вимикача. У початковому стані вимикач лінії увімкнений, його соленоїд вимкнення **YAT** (СО – соленоид отключения, російськомовне скорочення) обтікається струмом близько 3 мА і реле K2.7 (**РПВ** – реле положення включено, рос.) знаходиться в спрацьованому стані, контролюючи ланцюг вимкнення. Воно контролює чи не має розриву у колі вимкнення вимикача.

При відключеному вимикачі, його котушка увімкнення **YAC** (**КВ** – катушка включения, російськомовне слово) обтікається струмом близько 3 мА, реле K2.8 (**РПО** – реле положення «отключено», рос.) знаходиться в спрацьованому стані, контролюючи коло увімкнення.

Завдання: Встановіть (рис. 45-48) ключ режиму місцевого чи дистанційного керування «М/Д» (вхід X19:5) у відключений стан, що відповідає режиму «**Місьцеве керування**». Перевірте положення вимикача. Вимикач має бути увімкнений (рис. 46).

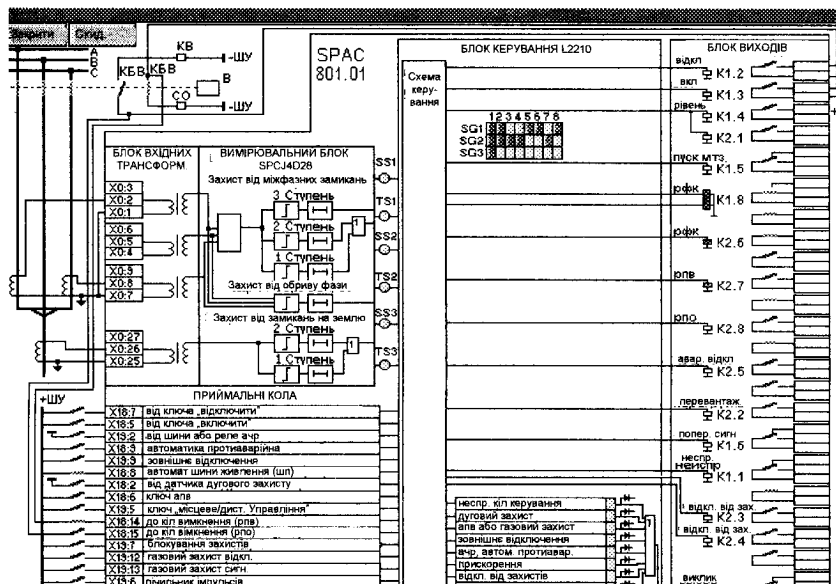


Рисунок 45 – Контроль положення ключа режиму місцевого чи дистанційного керування «М/Д» (вхід Х19:5) та положення вимикача

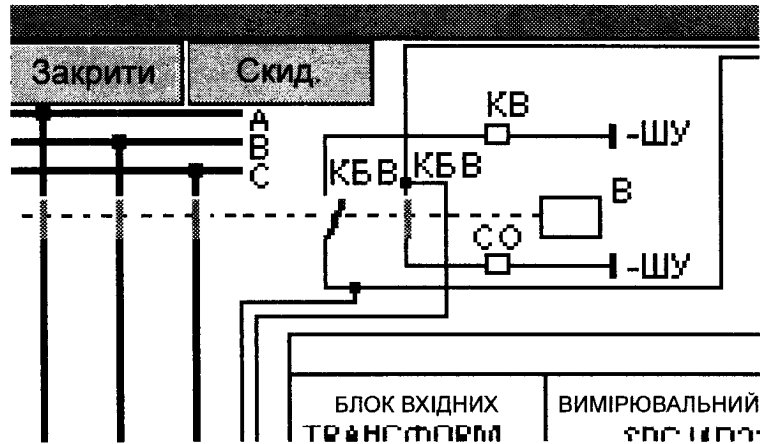


Рисунок 46 – Стан вимикача ЛЕП (пояснення до рис. 45)

Вхідні кола		
X 18:7		Від ключа „відключити”
X 18:5		Від ключа „включити”
X 19:2		Від шини або реле АЧР
X 18:9		Автоматика протиавар. (ШМН)
X 19:9		Зовнішнє відключення
X 18:8		АВ ШП
X 18:2		Від датчика дугового захисту
X 18:6		Ключ АПВ
X 19:5		Ключ „місцеве/дист. Управління”
X 18:14		До кіл відключення (РПВ)
X 18:15		До кіл включення (РПО)
X 19:7		Блокування захистів (комбінований пуск)
X 19:12		Газовий захист відкл.
X 19:13		Газовий захист сигн.
X 19:6		Лічильник імпульсів
X 19:8		Лічильник імпульсів

Рисунок 47 – «Перемикач» на вході X19:5 у вимкненому стані, що відповідає режиму «Місцеве керування» (пояснення до рис. 45)

Вхідні кола		
X 18:7		Від ключа „відключити”
X 18:5		Від ключа „включити”
X 19:2		Від шини або реле АЧР
X 18:9		Автоматика протиавар. (ШМН)
X 19:9		Зовнішнє відключення
X 18:8		АВ ШП
X 18:2		Від датчика дугового захисту
X 18:6		Ключ АПВ
X 19:5		Ключ „місцеве/дист. Управління”
X 18:14		До кіл відключення (РПВ)
X 18:15		До кіл включення (РПО)
X 19:7		Блокування захистів (комбінований пуск)
X 19:12		Газовий захист відкл.
X 19:13		Газовий захист сигн.
X 19:6		Лічильник імпульсів
X 19:8		Лічильник імпульсів

Рисунок 48 – «Перемикач» на вході X19:5 в увімкненому стані, що відповідає режиму «Місцеве керування» (пояснення до рис. 45)

2. Подайте сигнал на вимкнення вимикача, замкнувши мишею перемикач (рис. 49, 50) на вході РКО (X18:7) і спостерігайте за спрацюванням (рис. 51) реле **K1.2** (на 1 с) і спостерігайте за вимкненням вимикача лінії (рис. 52).

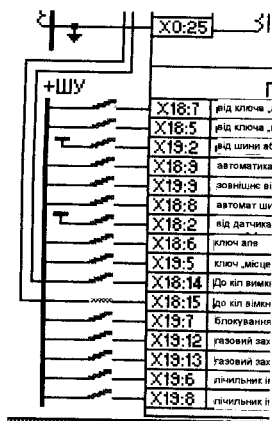


Рисунок 49 – Вимкнений стан перемикача X18:7

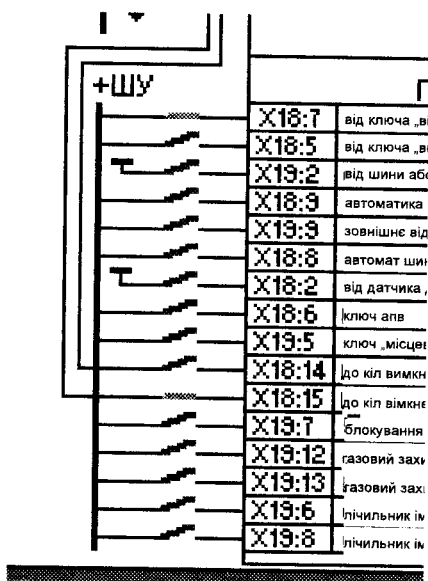


Рисунок 50 – Увімкнений стан перемикача X18:7

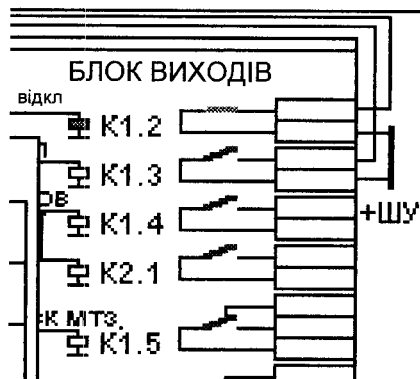


Рисунок 51 – Короточасна зміна стану контакту реле K1.2

Вимикач відключився відповідно до сигналу від ключа місцевого керування (рис. 52-53).

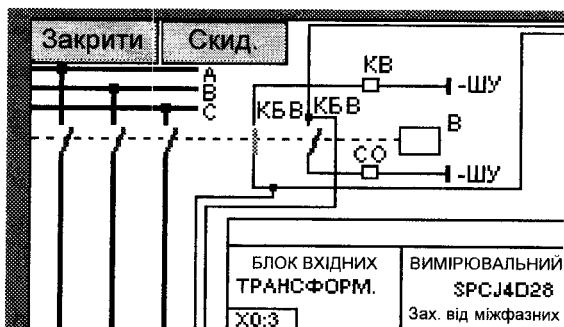


Рисунок 52 – Відключення вимикача ЛЕП

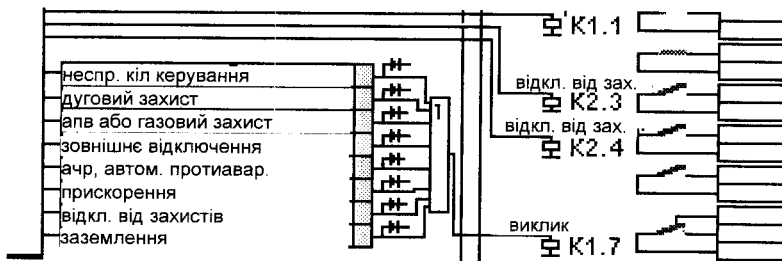


Рисунок 53 – Зображення котушки та контакту реле K1.7

Запишіть, що ви бачили. Наприклад: «при відключенні реле РПВ, вимикаються реле **РФК K1.8 і K2.6**, а реле **РПО** – спрацьовує».

Залишіть ключ РКО замкненим і через 10 с спостерігайте за спрацьовуванням реле K1.6 і K1.7 і за тим, як почне світити світлодіод VD8 «Несправність кіл керування» (рис. 54). Вимкніть перемикач на вході РКО.

3. Подайте сигнал на включення вимикача, замкнувши мишею контакт на вході **РКВ (X18:5)** і спостерігайте за спрацьовуванням реле **K1.3** (на 1 с) і включенням вимикача лінії. При включенні реле РПВ спрацьовує, реле **РФК K1.8 і K2.6** також спрацьовують, а реле **РПО** – відпадає. Розімкніть ключ на вході **РКВ**.

4. Переведіть ключ М/Д в увімкнений стан, що відповідає режиму «Дистанційне керування» і спробуйте знову відключити вимикач по входу **РКО**. Переконайтеся в тому, що це виконати не можна. Знову переведіть цей ключ в положення «Місцеве керування».

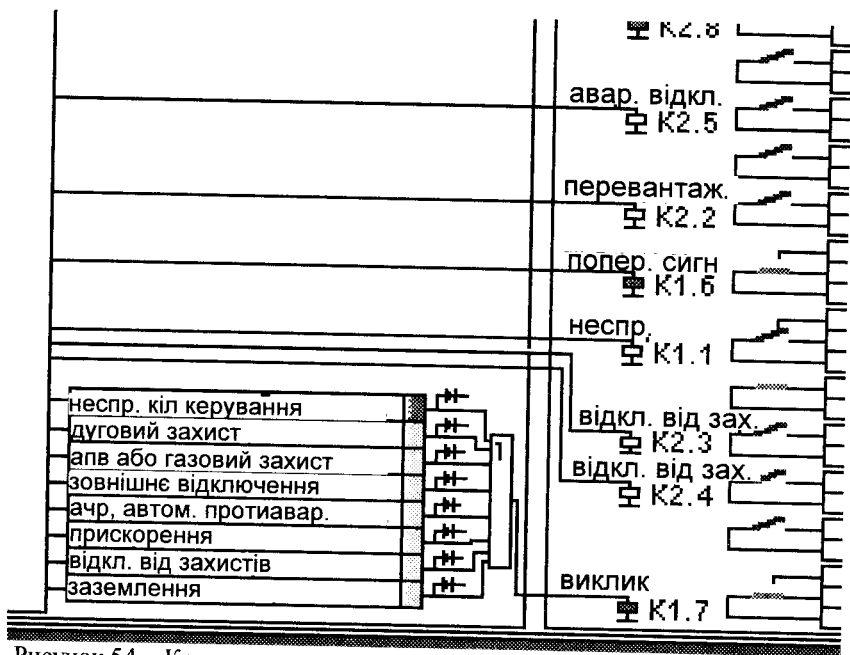


Рисунок 54 – Контроль за тим, як спрацьовують реле K1.6 і K1.7 і за тим, як почне світити світлодіод VD8

5. Запишіть у восьмий розряд регістра **SG1** сигнал логічного нуля замість логічної одиниці (встановіть ключ **SG1/8** у положення «0» безпосередньо на схемі) і спробуйте відключити вимикач по входу **РКО**.

Початкове положення SG1/8 показано на рис. 55, стан реле та їх контактів – на рис. 56.

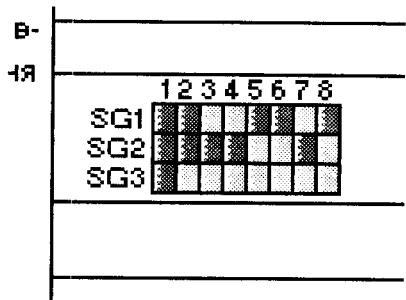


Рисунок 55 – Індикація початкового стану вмісту розрядів регістрів

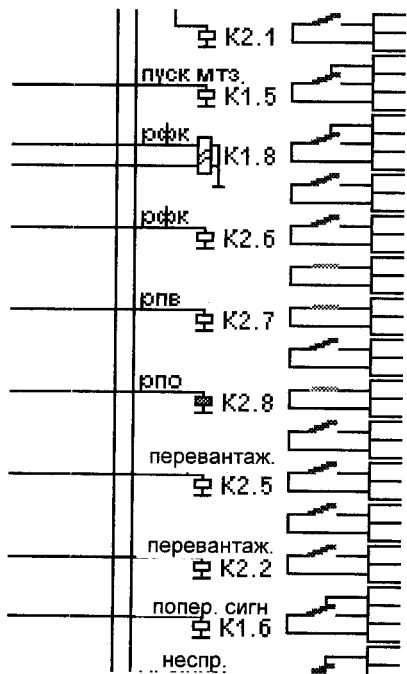


Рисунок 56 – Початковий стан реле та їх контактів

Стан після встановлення ключа SG1/8 у положення «0» показаний на рис. 57, а реле та їх контактів на рис. 58.



Рисунок 57 – Вміст розрядів регістрів після встановлення ключа SG1/8 у положення «0»

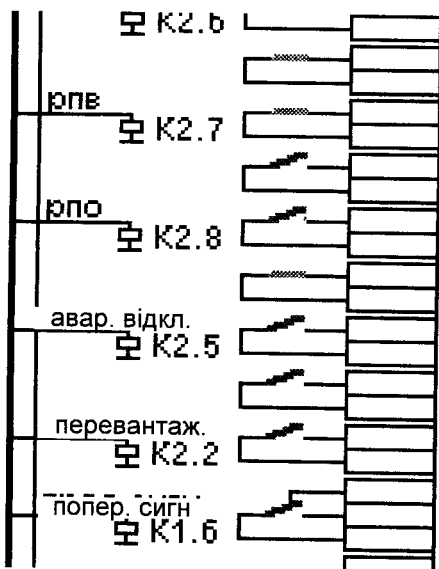


Рисунок 58 – Стан реле та їх контактів після встановлення ключа SG1/8 у положення «0»

Переконалися в тому, що це виконати не можна, оскільки всі реле блока виходів блоковані. Знову перевести цей ключ в положення «1».

3.4 Захист від замикань на землю

Дія захисту від замикань на землю залежить від стану перемикача **SG3/6**. При $SG3/6 = 0$ сигнал **SS2** викликає спрацювання реле попереджувальної сигналізації **K1.6** і реле «Виклик» **K1.7**, при цьому починає світити світлодіод **VD4** «Заземлення» в блоці **L2210**.

При $SG3/6=1$ сигнал **SS2** діє на реле відключення від захистів **K2.3** без витримки часу, а на реле **K2.4** – з витримкою часу близькою до 0,5 с.

Завдання. 1. Перевірте дію захисту при $SG3/6 = 1$. Перевірте роботу захисту подачею сигналу **SS2 = 1** і спостерігайте за спрацюванням реле **K2.3** і **K2.4**.

2. Перевірте дію захисту при $SG3/6 = 0$. Перевірте роботу захисту подачею сигналу **SS2 = 1** і спостерігайте за спрацюванням реле **K1.6** і **K1.7**, а також загорянням світлодіода **VD4**. Змінюючи стан ключів **SG3/7** і **SG3/8**, виконайте увімкнення реле **K1.6** на різний час: 1 с (положення ключів 1 0, відповідно), 10 с (0 1) або тривало (0 0 або 1 1).

3.5 Прискорення захистів

Кола прискорення захистів при включенні організований з використанням вихідного сигналу блока захистів **SS1**, на який діє сигнал пуску **МТЗ 1>>**.

Вихідний сигнал дії захисту вводиться/выводиться програмним перемикачем **SG1/2** і діє одночасно на:

- відключення вимикача – реле **K1.2**;
- світлодіод **VD2** «Прискорення»;
- сигналізацію – реле **K1.7** «Виклик».

Завдання. Перевірте роботу схеми шляхом моделювання режиму включення на к.з.

Для цього:

- відключіть вимикач (при цьому **РПО = 1**),
- подайте сигнал **SS1**,
- спостерігайте за спрацюванням реле **K1.2** і **K1.7** і загорянням світлодіода **VD2** «Прискорення»,
- перевірте роботу схеми для різних положень ключа **SG1/2**.

3.6 Пристрій резервування відмов вимикача «ПРВВ» (УРОВ, рос.)

Якщо при к.з. вимикач не відключає лінію (при цьому залишається активним сигнал **TS2**, на який при заводських установках діють сигнали $t_{>>}$ і $t_{>>>}$), то через час $t_{\text{рівня}}$ резервними реле **ПРВВ (УРОВ) K1.4** і **K2.1** ві-

дключається робочий ввід секції трансформатора, лінія, або секційний ви-микач, які живлять секцію.

Дія ПРВВ (УРОВ) вводиться/выводиться ключем SG1/1. Вихідний сигнал схеми ПРВВ впливає на зовнішні кола за допомогою двох реле K1.4 і K2.1.

Завдання. Перевірте роботу схеми. Для цього подайте по черзі сигнали TS2 і «Зовнішнє відключення» (при SG1/3 = 1 і SG1/3 = 0) і спостерігайте за спрацюванням реле K1.4 і K2.1. Перевірте дію ключа SG1/1.

3.7 Ланцюг перевантаження

Реле перевантаження K2.2 спрацьовує при активізації сигналу TS1, на який діє сигнал спрацювання перевантаження $t_{\text{п}}$. Перевірити роботу цього ланцюга.

3.8 Дуговий захист

Можливо три варіанти організації кіл дугового захисту:

- тільки від датчика дугового захисту;
- з використанням зовнішнього сигналу пуску захисту «блокування захистів» (за напругою) (вхід X19:7);
- з використанням пуску дугового захисту за струмом (сигнал SS1, на який діє сигнал пуску МТЗ I>>).

Вибір варіанта захисту визначається станом перемикачів SG3/1, SG3/2.

Завдання. Перевірити роботу захисту в такій послідовності:

1. Робота без пуску. Встановити положення ключів SG3/1 = 0, SG3/2 = 0 і SG1/6 = 0, подати сигнал від дугового захисту шляхом замикання контакту на вході X18:2 і спостерігати за спрацюванням реле K1.7 і запаленням світлодіода VD5 «Дуговий захист». Встановити SG1/6 = 1 і спостерігати за спрацюванням реле K1.2, K2.5, K2.8 і поверненням реле K2.7. Зняти сигнал від дугового захисту.

2. Робота з використанням зовнішнього сигналу пуску захисту «блокування захистів».

а) встановити SG3/1 = 1 і SG3/2 = 0, розімкнути контакт на вході X19:7 (що відповідає сигналу «1»), подати сигнал від дугового захисту, і спостерігати через час 10 с за спрацюванням реле K1.6 і K1.7, а також загорянням світлодіода VD5. Зняти сигнал від дугового захисту;

б) замкнути контакт на вході X19:7 (що відповідає сигналу «0»), подати сигнал від дугового захисту шляхом замикання контакту на вході X18:2, і спостерігати за спрацюванням реле K1.2, K1.7, K2.5, K2.8 і поверненням реле K2.7, а також загорянням світлодіода VD5. Розімкнути контакт X18:2.

3. Робота з використанням зовнішнього сигналу пуску захисту за струмом (сигнал SS1). Встановити $SG3/1 = 0$, $SG3/2 = 1$ і $SG1/6 = 1$.

а) встановити $SS1=0$ (немає пуску від $I>>$). Подати сигнал від дугового захисту і спостерігати за спрацьовуванням через 10 с реле K1.7 і K1.6, а також загорянням світлодіода VD5. Зняти сигнал від дугового захисту;

б) встановити $SS1=1$ (є пуск від $I>>$). Подати сигнал від дугового захисту і спостерігати за спрацьовуванням (без витримки часу) реле K1.2, K1.7, K2.5, K2.8 і поверненням реле K2.7, а також загорянням світлодіода VD5. Зняти сигнал від дугового захисту.

3.9 Газовий захист

При дії газового захисту на сигнал забезпечується світлодіодна і контактна сигналізація з витримкою часу близько 10 с (у симуляторі не моделюється).

Газовий захист при спрацьовуванні на сигнал (ГЗС) (вхід X19:13), діє на спрацьовування реле K1.6, а газовий захист на відключення (ГЗО) (вхід X19:12) діє на відключення вимикача через спрацьовування реле K1.2. В той же час кожен з цих захистів діє на спрацьовування реле K1.7 і запалення світлодіода VD7 «АПВ або Газовий захист».

Завдання. Перевірити роботу захисту в такій послідовності:

1. Перевірка дії захисту на сигнал. Подати сигнал від газового захисту шляхом замикання контакту на вході X19:13 і спостерігати за спрацьовуванням реле K1.7 і загорянням світлодіода VD7, а також через 10 с спрацьовуванням реле K1.6. Розімкнути контакт X19:13.

2. Перевірка дії захисту на відключення. Подати сигнал від газового захисту на відключення шляхом замикання контакту на вході X19:12 і спостерігати за спрацьовуванням реле K1.2, K1.7, K2.8 і поверненням реле K2.7, а також загорянням світлодіода VD7. Розімкнути контакт X19:12.

3.10 Автоматичне повторне включення (АПВ)

У симуляторі моделюється витримка часу тільки одноразового АПВ (t_3 у меню блока L2210).

Дозвіл введення АПВ проводиться зовнішнім ключем «ключ АПВ» (вхід X18:6).

Сигнал АПВ використовується в схемі включення реле K1.3, а також приводить до спрацьовування реле K1.7 «Виклик» і загоряння світлодіода VD7 «АПВ або Газовий захист».

Роботу схеми АПВ зручно подати у вигляді логічного виразу:

$ПВ = \text{Заборона} \wedge \text{Ключ АПВ} \wedge \text{РФК} \wedge \text{РПО} \wedge (\text{АЧР} \wedge \text{SG2/5}) \wedge (\text{АВТ} \wedge \text{SG2/6}),$

де:

$\text{Заборона} = \text{РКО} \vee (\text{ГЗО} \wedge \text{SG2/4}) \vee (\text{АВТ} \wedge \text{SG2/1}) \vee (\text{ДЗО} \wedge \text{SG2/2}) \vee (\text{ВО} \wedge \text{SG2/3}) \vee \text{SS3} \vee \text{УРОБ};$

v – функція «АБО»; ^ – функція «І»; ГЗО – вхід Х19 газований захист відключення :12; АВТ – вхід Х18:9; ВО – вхід Х19:9; РКО – вхід Х18:7; ДЗО – сигнал 9 на відключення дугового захисту; АВТ – вхід Х18:9; ключ АПВ – вхід Х18:16; РФК – вихід схеми РФК; РПО – вхід Х18:15; АЧР – вхід Х19:2.

Завдання. Для перевірки пуску АПВ потрібно встановити в блоці L2210 витримку часу $t_3 = 5$ с і замкнути ключ АПВ на вході Х18:6.

Мишею подати і відразу зняти сигнал TS2 і спостерігати через $t_{\text{апв}} = 5$ с за включенням вимикача, спрацюванням реле К1.7, К1.3 і за тим, за яких обставин почне світити світлодіод VD7.

3.11 Кола відключення

Схема кіл відключення об'єднує всі кола, що впливають на реле К1.2 «Відкл.». На вихідне реле відключення діють сигнали:

- від вимірювального блока (TS2);
- газового захисту (6);
- зовнішнього відключення (10);
- прискорення (18);
- від ключа «відключити» (1);
- від АЧР (3);
- дугового захисту (9);
- від противарійної автоматики (7).

Завдання. Послідовно, задаючи активні сигнали на входах кіл відключення, спостерігати за спрацюванням реле К1.2, при відключенні від противарійної автоматики і дугового захисту перевірити дію ключів SG1/5 і SG1/6.

Примітки:

1. Роботу схеми прискорення можна не перевіряти, оскільки в п.3 вже була перевірена дія кола прискорення на реле К1.2.

2. Після кожного відключення потрібно знову включити вимикач ключем РКВ (Х18:5).

3.12 Кола включення

Включення вимикача проводиться пристроєм за допомогою реле К1.3, контакти якого забезпечують вмикання імпульсу протягом часу 1 с.

Завдання. Відключити вимикач ключем РКО (Х18:7) і знову включити його ключем РКВ (Х18:5). Перевірити роботу схеми при знятому сигналі АВ ШП (розімкнути ключ на вході Х18:8).

3.13 Контроль кіл керування

Контроль справності кіл включення і відключення проводиться вбудованими елементами РПВ «Реле положение включено» (рос. мовою) і РПО «Реле положение отключено» (рос. мовою). При знаходженні їх в одному стані «0» загоряється світлодіод VD8 «Несправність ланцюгів управління» через час близько 10 с і спрацьовують вихідні реле K1.6 і K1.7.

Схема реагує також на пропадання сигналу АВ ШП і тривале замикання ключів РКО або РКВ шляхом спрацьовування через час 10 с реле K1.6 і K1.7 і загоряння світлодіода VD8 «Несправність кіл керування».

Завдання. Перевірити роботу схеми в такій послідовності:

1. Замкнути ключ РКО на вході X18:7. Через 10 с спрацьовують реле K1.6, K1.7 і загоряється світлодіод VD8 «Несправність кіл керування». Розімкнути ключ РКО.

2. Замкнути ключ РКВ на вході X18:5. Через 10 с спрацьовують реле K1.6, K1.7 і загоряється світлодіод VD8. Розімкнути ключ РКВ.

3. Розімкнути ключ АВ ШП на вході X18:8. Через 10 с спрацьовують реле K1.6, K1.7 і загоряється світлодіод VD8. Замкнути ключ АВ ШП.

3.14 Кола сигналізації

Блок керування своїми світлодіодними індикаторами сигналізує про спрацьовування різних каналів захисту, крім того, спрацьовує реле K1.7 «Виклик».

На лицьовій панелі блока керування вісім світлодіодних індикаторів показують дію таких каналів захисту:

- відключення від захистів – VD1;
- дуговий захист – VD5;
- прискорення захистів – VD2;
- автоматика (АЧР/ШМН) – VD6;
- зовнішнє відключення – VD3;
- АПВ/газовий захист – VD7;
- захист від замикання на землю – VD4;
- несправність кіл керування – VD8.

Завдання. Вивчити схему кіл сигналізації. В перевірці роботи цієї схеми немає необхідності, оскільки всі її кола перевірялися раніше при вивченні відповідних захистів.

3.15 Висновки по лабораторній роботі

Результати досліджень запишіть у таблиці. Підготуйте звіт до лабораторної роботи.

Звіт має містити: короткі теоретичні відомості; хід роботи; результати експериментів; аналіз результатів; загальні висновки до лабораторної

роботи; схеми релейного захисту та віконні заставки, що пояснюють виконання роботи та отримані результати.

Контрольні запитання

1. Які вам відомі елементи меню блока L2210?
2. Як контролюється стан входів блока L2210?
3. Як перевіряються параметри входів блока L2210?
4. Як показати на екрані структурну схему блока L2210?
5. Що зображується на схемі приймальних кіл блока L2210?
6. Що вам відомо про вихідні сигнали SS1–TS3?
7. Що вам відомо про кола керування вимикачем, які зображені на структурній схемі блока L2210?
8. Що вам відомо про захист від замикань на землю, який здійснюється за допомогою SPAC 801?
9. Що зображено на функціональній схемі блока L2210?
10. Як здійснюється прискорення дії захистів в SPAC 801?
11. Як здійснюється резервування відмов вимикача в SPAC 801?
12. Як здійснюється захист від перевантаження за допомогою SPAC 801?
13. Як враховується робота дугового захисту в SPAC 801?
14. Як враховується робота газового захисту в SPAC 801?
15. Як враховується робота АПВ в SPAC 801?
16. Як працюють кола відключення вимикача ЛЕП і SPAC 801?
17. Як працюють кола увімкнення вимикача ЛЕП і SPAC 801?
18. Як здійснюється контроль кіл керування в SPAC 801?
19. Як виконані кола сигналізації в SPAC 801?

Робота з пристроєм SPAC 801 для захисту ЛЕП від к.з.

Алгоритм виконання роботи

4.1 Вивчення роботи SPAC 801- 01

Завантажити призначені для користувача налаштування, в яких раніше були встановлені незалежні характеристики всіх ступенів захисту.

Вивести функціональну схему блока SPCJ 4D28, на якій всі ступені захистів ввести в дію і прибрати блокування ступенів від всіх джерел.

Вивести на екран функціональну схему L2210 з панеллю імітації струмів (кнопка **SPAC** або <Симулятор/Симулятор SPAC 801>). Безпосередньо на цій схемі встановити таке положення ключів:

- SG1/1 = 1 (введення кола УРОВ);
- SG1/3 = 1 (введення дії зовнішнього відключення на реле ПРВВ (УРОВ));
- SG1/2 = 1 (введення кола прискорення);
- SG3/6 = 0 (дія захисту t_0 на сигнал);
- SG1/6 = 1 (дія дугового захисту на відключення вимикача);
- SG3/5 = 1 (введення дії ланцюга протиаварійної автоматики на реле K1.6).

4.2 Перевірка роботи захисту від міжфазних замикань

1. Встановити на панелі імітації струмів режим міжфазних замикань А–В і струм $I/I_n=1,5$ (пуск і спрацьовування ступеня $t>$). Спрацьовування цього ступеня викликає активацію сигналу TS1, який приводить до спрацьовування реле K1.6, K1.7 і K2.2. Виконати пуск і спостерігати за спрацьовуванням вказаних реле через $t_{cp} = 10$ с.

2. Встановити струм $I/I_n = 3$ (пуск і спрацьовування ступеня $t>>$). Пуск цього ступеня викликає активацію сигналу SS1 (від $I>>$), що приводить до спрацьовування реле K1.5. Спрацьовування цього ступеня активує сигнал TS2 (від $t>>$), що приводить до спрацьовування реле K1.2 і K1.7 і загоряння VD1.

Виконати пуск і спостерігати за спрацьовуванням вказаних реле і загорянням VD1 через $t>>_{cp} = 6$ с.

3. Встановити струм $I/I_n=5$ (пуск і спрацьовування ступеня $t>>>$). Спрацьовування цього ступеня викликає активацію сигналу TS2, що приводить до спрацьовування реле K1.2, K1.7 і загоряння VD1. Виконати пуск і спостерігати за спрацьовуванням вказаних реле і загорянням VD1 через $t>>>_{cp} = 3$ с.

4.3 Перевірка роботи захисту від несиметрії фаз

Сигнал TS3, на який діє захист I_{Δ} , викликає спрацювання реле K1.6 і K1.7. Встановити на панелі імітації струмів для режиму несиметрії фаз значення $I_{\Delta} = 30\%$. Виконати пуск і спостерігати за спрацюванням вказаних реле через $t_{cp} = 5$ с.

4.4 Висновки по лабораторній роботі

Результати досліджень запишіть у таблиці. Підготуйте звіт до лабораторної роботи.

Звіт має містити: короткі теоретичні відомості; хід роботи; результати експериментів; аналіз результатів; загальні висновки до лабораторної роботи; схеми релейного захисту та віконні заставки, що пояснюють виконання роботи та отримані результати.

Контрольні запитання

1. Як вивести на екран функціональну схему блока L2210 з панеллю імітації струмів ?
2. Як вивести на екран функціональну схему блока SPCJ 4D28 та ввести в дію всі ступені захистів та зняти блокування ступенів від всіх джерел?
3. Як встановити на панелі імітації струмів режим міжфазних замикань?
4. Як перевірити роботу захисту від міжфазних замикань?
5. Як перевірити роботу захисту від несиметрії фаз?

1. Костерин В. А. Комплектные устройства защиты и автоматики SPAC 800 : учебное пособие / Костерин В. А., Шевелев В. С., Калачев Ю. Н. – Чебоксары : ЗАО «Реон-Техно», Учебный центр «Лидер», 2001. – 112 с.
2. Шабад М. А. Изучение цифровых реле на персональном компьютере : учебное пособие / М. А. Шабад, Е. В. Левуш. – Санкт-Петербург, 1997. – 98 с.
3. Шабад М. А. Выбор характеристик и уставок цифровых токовых защит серии SPACOM: Методические указания с примерами / Шабад М. А. – Санкт-Петербург, 1996. – 120 с.
4. Принципы конструктивного исполнения линий электропередачи: (справочник) // Треугольник ОМА [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://treugoma.ru/electric-energy/principles/>.
5. Беркович М. А. Основы техники релейной защиты / Беркович М. А., Молчанов В. В., Семенов В. А. – М. : Энергоатомиздат. 1984. – 376 с.
6. Голота А. Д. Автоматика в электроэнергетических системах : навч. посібник / Голота А. Д. – К. : Вища шк., 2006. – 367 с.
7. Овчаренко Н. И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем : [Учебник для вузов] / Под ред. А. Ф. Дьякова. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 504 с.
8. Кузнецов Ф. Д. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики электростанций и электрических сетей : Ч.4: Электроавтоматика / Ф. Д. Кузнецов, А. К. Белотелов; под ред. Б.А. Алексеева. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 72 с.
9. Букович Н. В. Протиаварійна режимна автоматика електроенергетичних систем : навч. посібник / Букович Н. В. – Львів : Видавництво «Бескід Біт», 2003. – 224 с.
10. Комплект многофункциональных микропроцессорных блоков релейной защиты и автоматики: Блок микропроцессорной автоматической частотной разгрузки БМАЧР: Микропроцессорный блок – многофункциональное реле частоты БММРЧ // Информационные выпуски НТЦ «Мехатроника» на ВВЦ. – М., 1998.
11. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. – М. : СПО ОРГРЭС, 1997.
12. Овчаренко Н. И. Микропроцессорные комплексы релейной защиты и автоматики распределительных сетей / Овчаренко Н. И. // Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик». Вып. 7(10) – М. : НТФ «Энергопрогресс», 1999.
13. Анреев В. А. Быстродействующее микропроцессорное устройство АВР / В. А. Анреев, Н. К. Овчаренко // Промышленная энергетика. – 2000. – № 2. – С. 5–8.

14. Пономарев И. В. Рекомендации по выбору устройств защиты электрического оборудования с использованием микропроцессорных устройств фирмы GE Multilin / Пономарев И. В. – М. : EMV CD «Энергомашвин», 2004. – 67 с.

15. Серия реле частоты MICOM 940 (ALSTOM). – М. : EMV CD «Энергомашвин», 2004. – 16 с.

16. Главацкий В. Г. Современные средства релейной защиты и автоматики электрических сетей / В. Г. Главацкий, И. В. Пономарев. – М. : EMV CD «Энергомашвин», 2004. – 147 с.

Додаток А

Віконні заставки початку роботи з програмою – імітатором роботи релейного терміналу

1. Вибираємо виконуваний програмний модуль SPAC801.exe (рис. А.1)

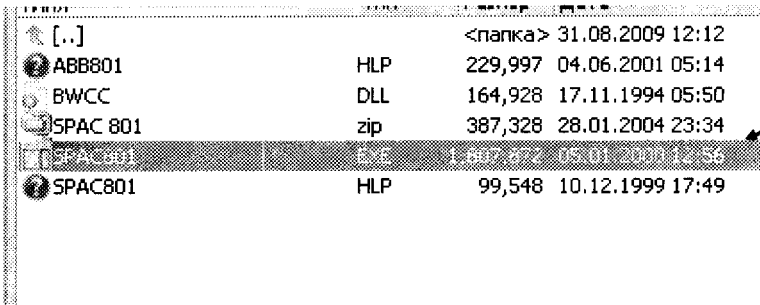


Рисунок А.1– Вибір програмного модуля SPAC801.exe

2. Натискаємо кнопку «ОК», розташування якої показано (рис. А.2.)

SPAC 801

Мікропроцесорна протиаварійна автоматика

Лабораторна робота № 1

ABB - кафедра ЕСС ВНТУ

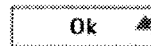


Рисунок А.2 – Розташування кнопки «Ок»

3. Вибираємо модуль SPCJ (рис. А.3 - А.4)

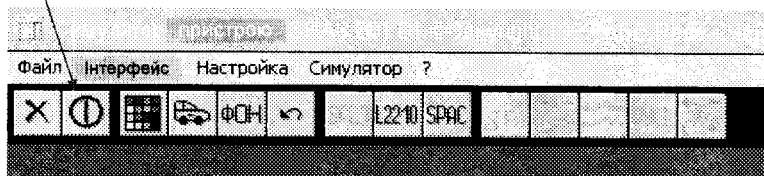
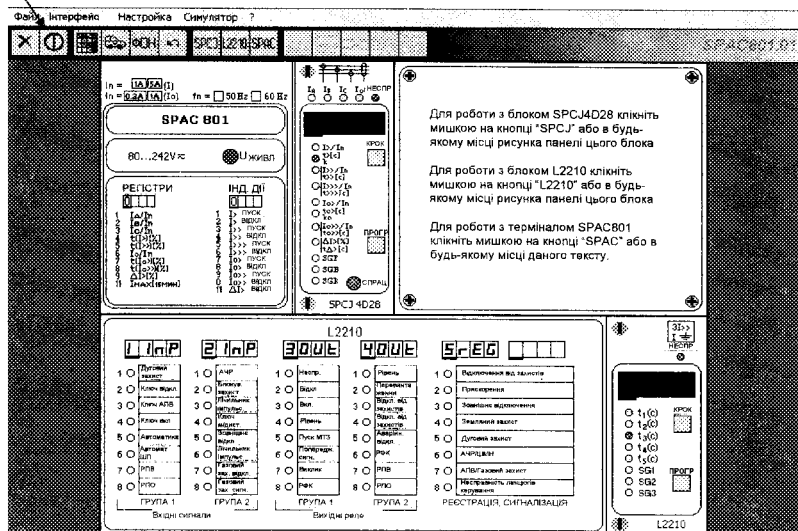


Рисунок А.3 – Вибір та увімкнення живлення модуля SPCJ

Натискаємо кнопку живлення (рис. А.4). Вмикаємо живлення модуля (рис. А.4, А.5, А.6).

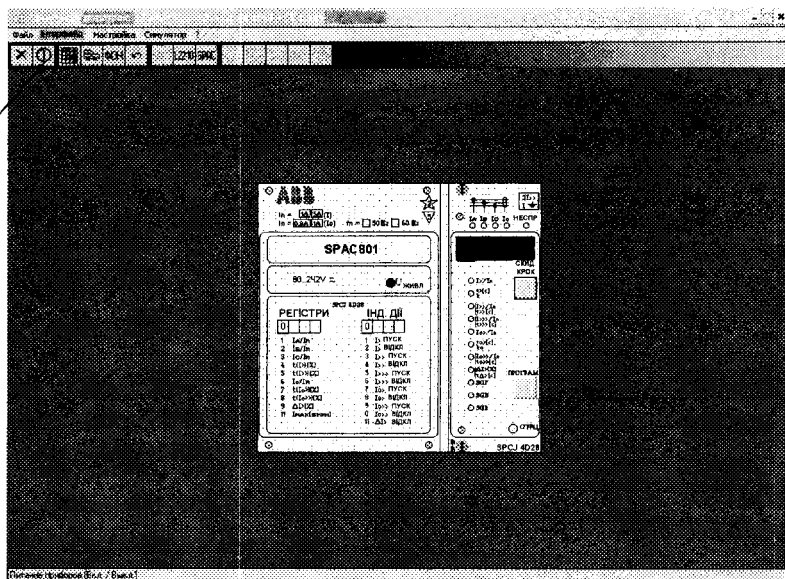


Рисунок А.4 – Розташування кнопки увімкнення живлення

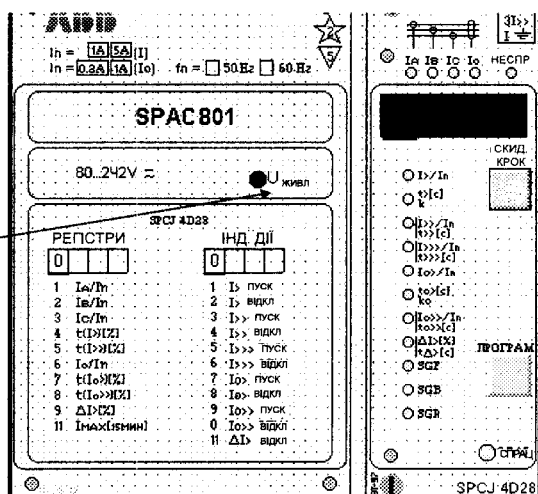


Рисунок А.5 – Початковий колір світлодіода живлення (модуль вимкнений)

Світлодіод живлення змінив свій колір, а саме: був чорний, став зелений (рис. А.6, А.7).

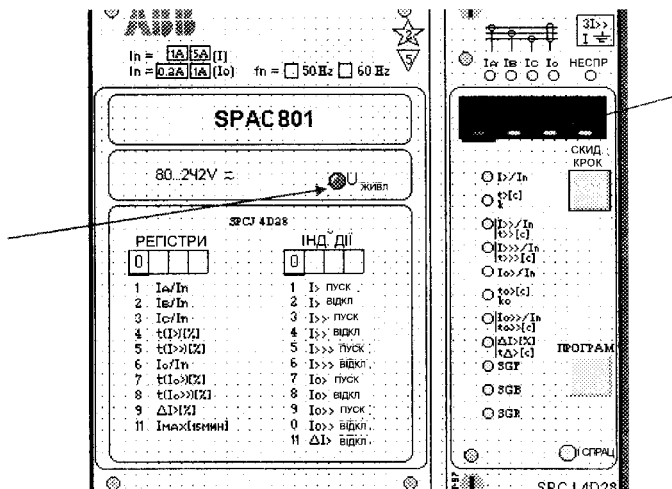


Рисунок А.6 – Наступний (зелений) колір світлодіода живлення (модуль вимкнений)

Чекаємо закінчення процесу автоматичного тестування.

Далі натиснемо на кнопку «СПИД/КРОК». Після першого натискання отримуємо таку віконну заставку (рис. А.7).

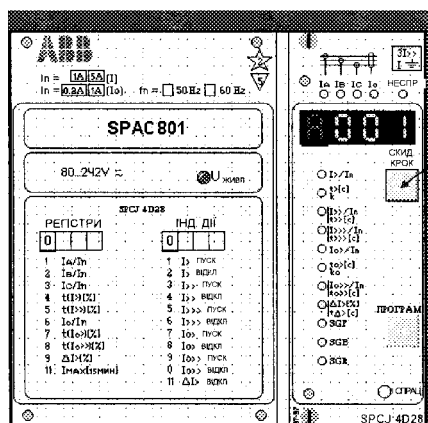


Рисунок А.7 – Екранна заставка після натискання на кнопку «СПИД. КРОК»

Далі натиснемо ще декілька разів на цю кнопку, наприклад 42 рази і отримуємо таку екранну заставку, яка показана на рис. А.8 – А.9. Червона цифра «1» означає, що індикатор показує уставку часу спрацювання другого ступеня струмового триступеневого захисту і ця уставка дорівнює 0,04 секунди.

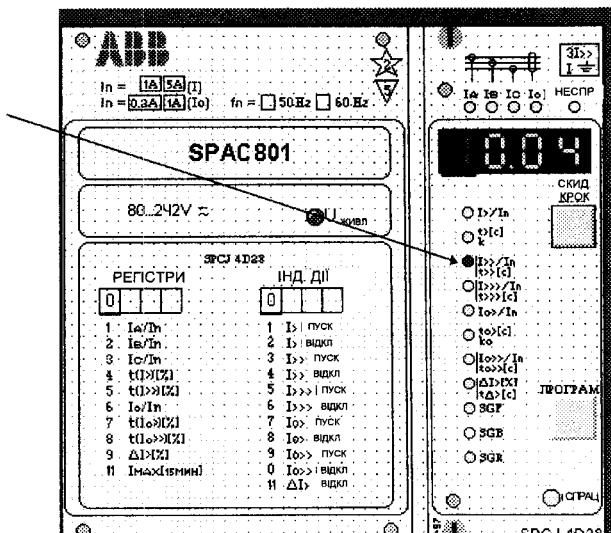


Рисунок А.8 – Індикація уставки за часом спрацювання другого ступеня струмового триступеневого захисту (рис. А. 9)

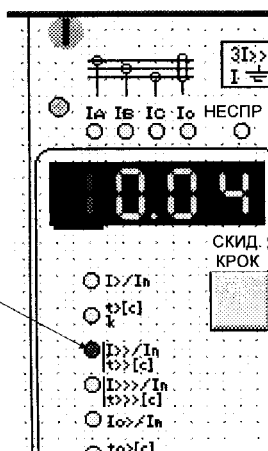


Рисунок А.9 – Пояснення до рис. А.8

Додаток Б

Імітація пошкоджень в лінії електричної передачі

З метою перевірки правильності спрацювання релейного захисту з уставками спрацювання, які відповідають таблиці 2 та таблиці 3, а також рекомендованим уставкам по несиметрії (20 %) імітуйте пошкодження в лінії електричної передачі.

Встановіть номінальний вторинний струм трансформатора струму – 5 ампер. Маркери біля слова «Фаза» позначте символом «V». Це означає те, що імітується трифазне коротке замикання (рис. Б.1).

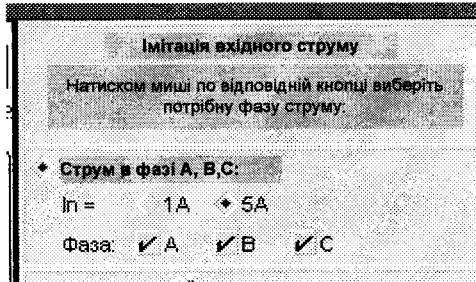


Рисунок Б.1 – Введення номінального вторинного струму трансформаторів струму та фаз, на яких імітується замикання на землю

Встановіть вхідний струм реле на рівні 0,8 (80 %) від номінального вторинного струму (рис. Б.2).

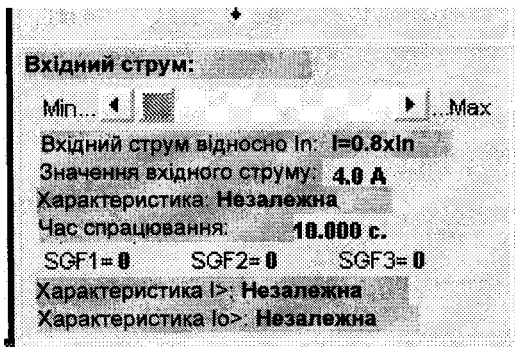


Рисунок Б.2 – Вхідний струм реле

Це означає, що ми задали струм в лінії лише 4 амperi, що менше уставки спрацювання третього ступеня. Тому ми очікуємо на те, що захист не спрацює. Програмний модуль аналізу задання висвітлює уставку спрацювання найближчого ступеня захисту (рис. Б.3). Це буде третій ступінь захисту з уставками: за струмом – 5 ампер і за часом – 10 секунд. Цей ступінь має струмоне залежну характеристику спрацювання.

Натисніть кнопку «Пуск»

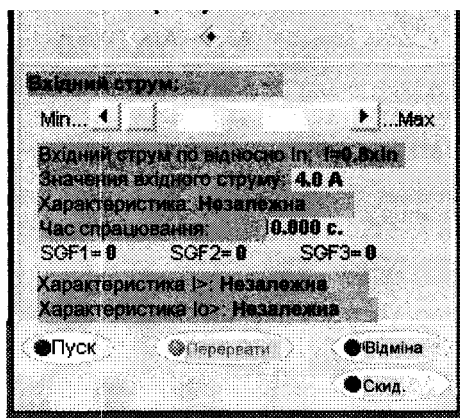


Рисунок Б.3 – Висвітлення уставки спрацювання найближчого ступеня захисту

Отримайте очікуване повідомлення (рис. Б.4):

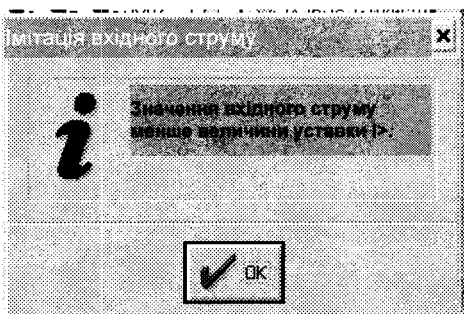


Рисунок Б.4 – Виведення на екран повідомлення

Змініть величину струму з 0,8 в. о. (80 % від номінального вторинного струму трансформатора струму) на 1,2 в. о. (120 %, що при коефіцієнті схеми 1 дорівнює 6 А, якщо номінальний вторинний струм трансформатора струму – 5 А), як показано на рис. Б.5.

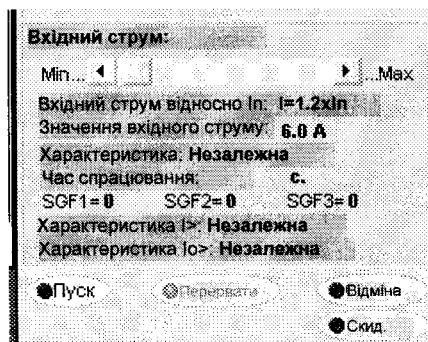


Рисунок Б.5 – Зміна величини вхідного струму

Зверніть увагу на сигнали та положення ключів до моделювання (рис. Б.6).

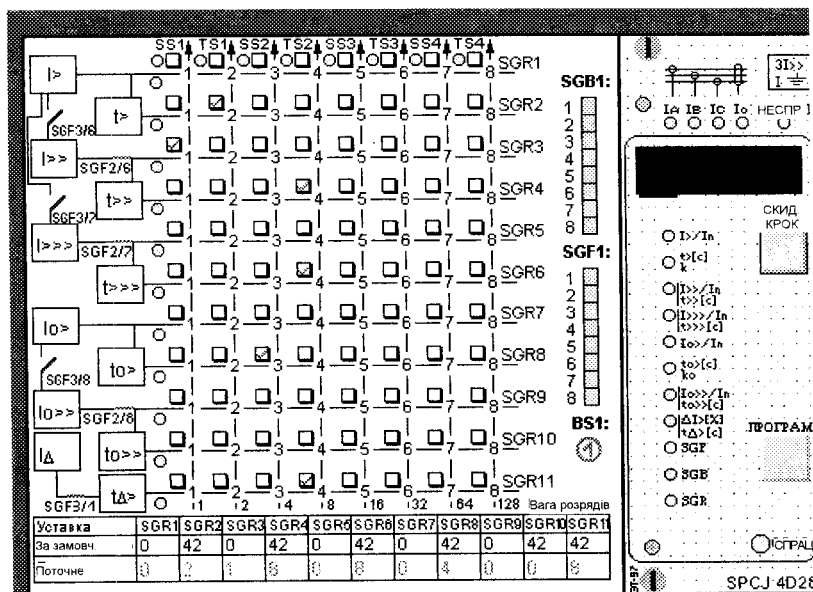


Рисунок Б.6 – Сигнали та положення ключів до моделювання

Як бачимо, сигнали відсутні і дисплей – «чорний».

Натисніть кнопку «Пуск». Засвітився індикатор спрацьовування струмового реле і на дисплеї засвітилась цифра спрацьовування першого захисту – цифра 1 (рис. Б.7 та Б.8).

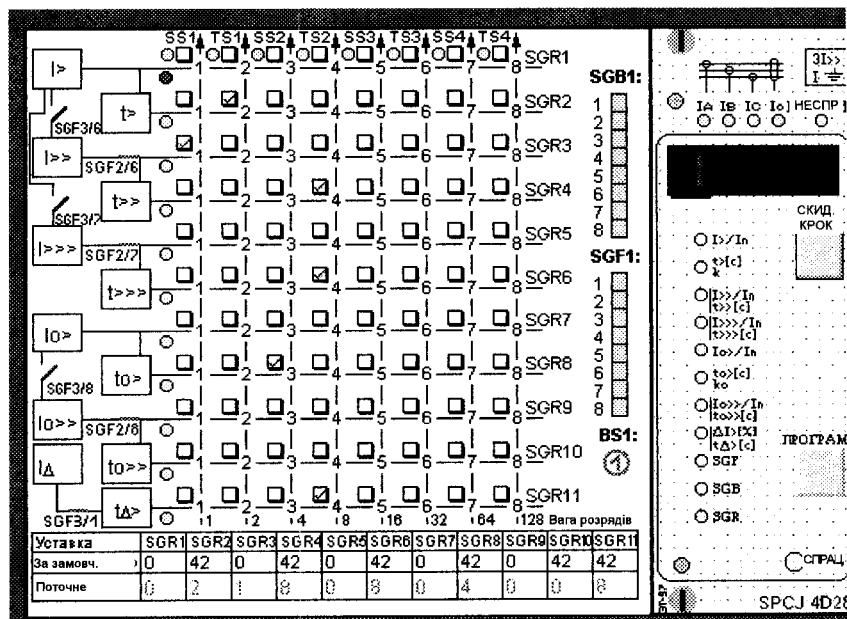


Рисунок Б.7 – Сигнали та положення ключів відразу після початку моделювання

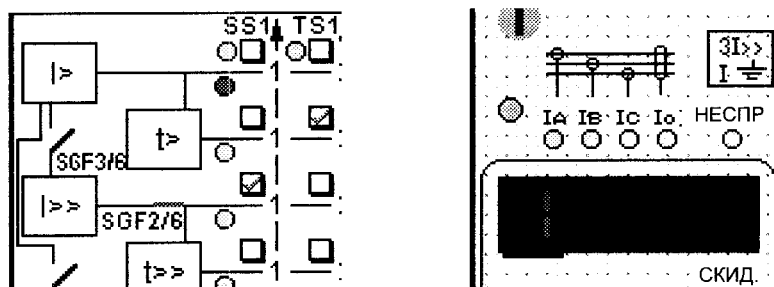


Рисунок Б.8 – Пояснення до рис. Б.7

Тепер треба зачекати деякий час (10 секунд) і тоді спрацює елемент витримки часу. Ви це побачите по тому як додатково до індикатора, що спрацював раніше струмового елементу, засвітиться індикатор щойно спрацьованого реле часу (рис. Б.9 та Б.10). Крім цього, на дисплеї засвітиться цифра 2 (замість цифри 1). Цифра 2 означає, що спрацював другий захист – елемент витримки часу третього ступеня струмового триступеневого захисту.

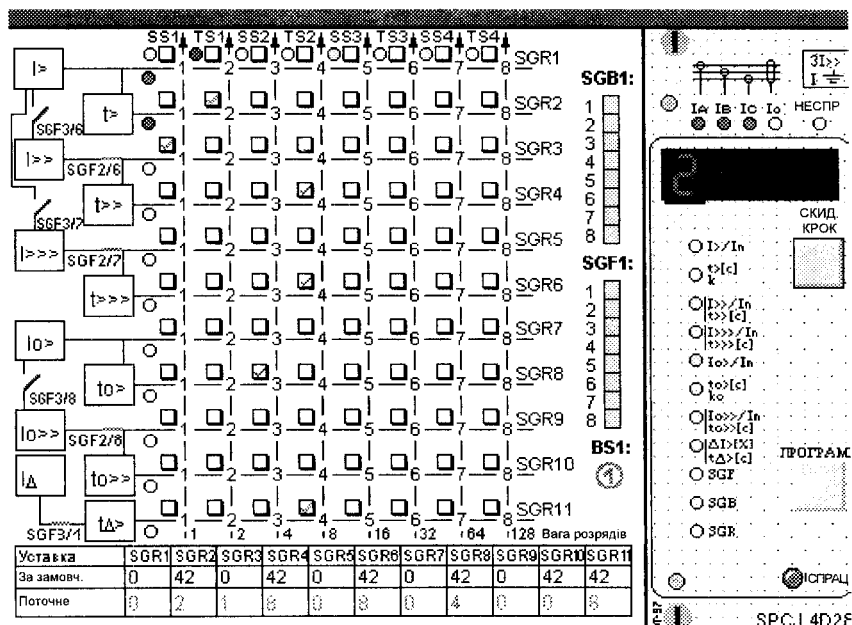


Рисунок Б.9 – Індикація спрацьовування елемента витримки часу третього ступеня

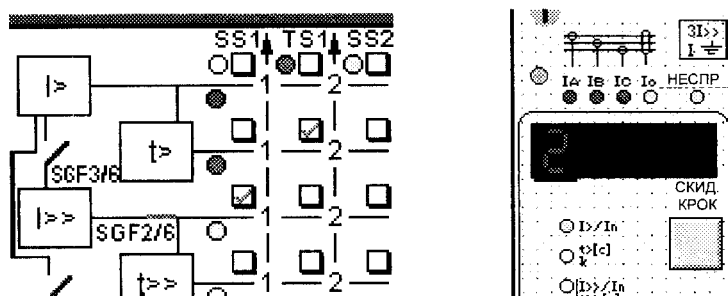


Рисунок Б.10 – Пояснення до рис. Б.9

Виставляємо струм трифазного к.з. в лінії – 2,5 в.о. (12,5 ампер) і контролюємо спрацювання струмового елемента другого ступеня так, як це показано на рис. Б.11.

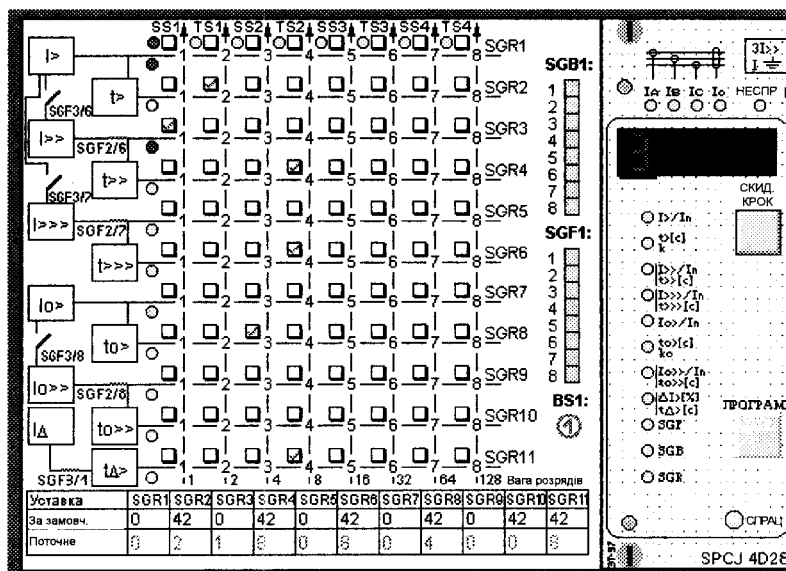


Рисунок Б.11 – Спрацювання струмового елемента другого ступеня струмового триступеневого захисту

Спочатку, майже одночасно, спрацювали два струмових елементи. Це елементи другого та третього ступенів струмового ступеневого захисту лінії. На дисплеї висвітлювалась цифра – «3». Через 6 секунд після них спрацював елемент затримки часу другого ступеня. На дисплеї засвітилась цифра «4» (рис. Б.12).

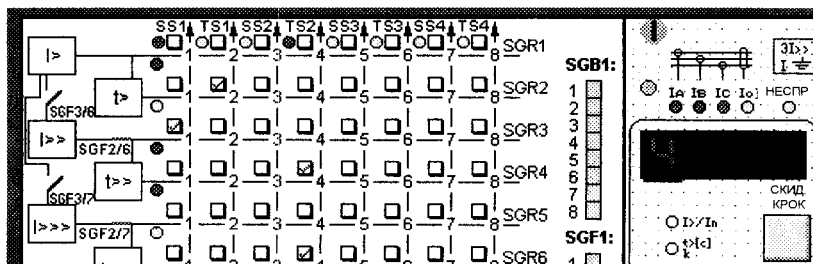


Рисунок Б.12 – Спрацювання елемента витримки часу другого ступеня струмового триступеневого захисту

Встановіть струм трифазного к.з. в лінії – 5,5 в.о. (27,5 ампер) і контролюйте спрацьовування струмового елемента другого ступеня так, як це показано на рис. Б.13.

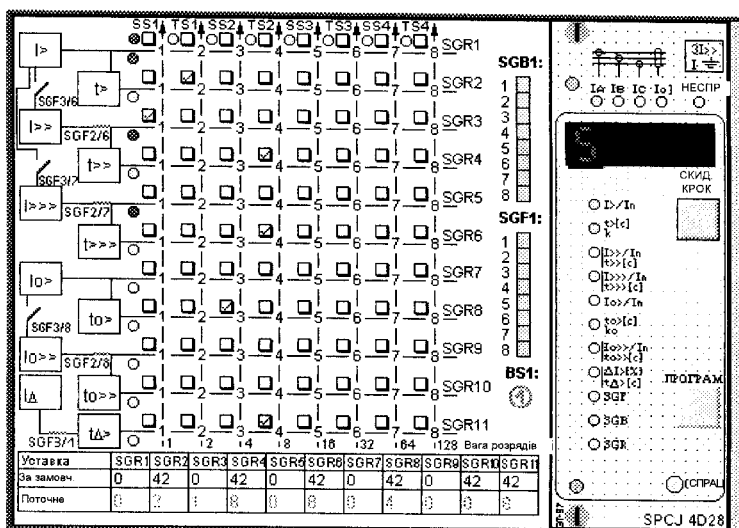


Рисунок Б.13 – Спрацьовування струмового елемента першого ступеня струмового триступеневого захисту

Спочатку, майже одночасно, спрацювали три струмових елементи реле. Це елементи першого, другого та третього ступенів струмового ступеневого захисту лінії. На дисплеї висвітлювалась цифра – «5». Через 3 секунди після них спрацював елемент витримки часу першого ступеня реле. На дисплеї засвітилась цифра «6», як це показано на рис. Б.14.

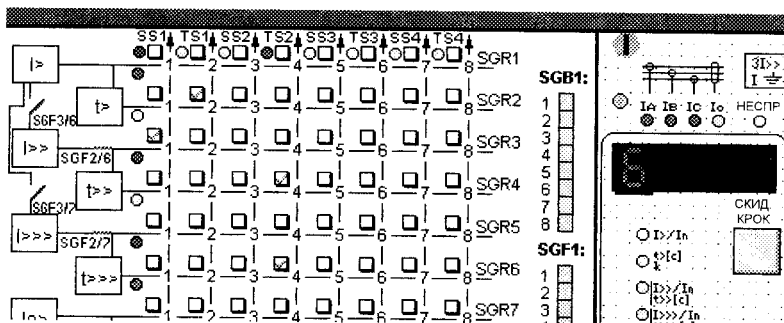


Рисунок Б.14 – Спрацьовування елемента витримки часу другого ступеня струмового триступеневого захисту

Зверніть увагу на те, що після кожного спрацьовування починає світити світлодіод «СПРАЦ». Він починає світити червоним кольором. Цей світлодіод сигналізує про спрацьовування захисту.

Перевірте спрацьовування захисту при протіканні струмів нульової послідовності. Виставляємо струм нульової послідовності – 0,4 ампера. Це менше уставки спрацьовування – 0,5 ампера.

Результат (рис. Б.15):

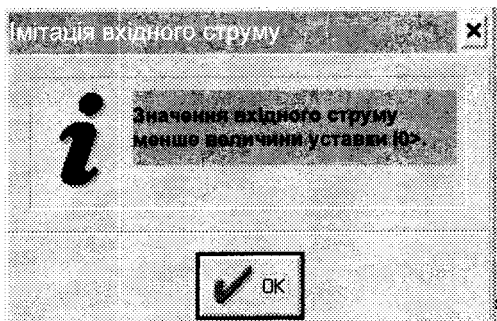


Рисунок Б.15 – Повідомлення про неспрацьовування другого ступеня захисту при протіканні струмів нульової послідовності

Далі задайте струм нульової послідовності – 0,6 ампера. Результат (рис. Б.16):

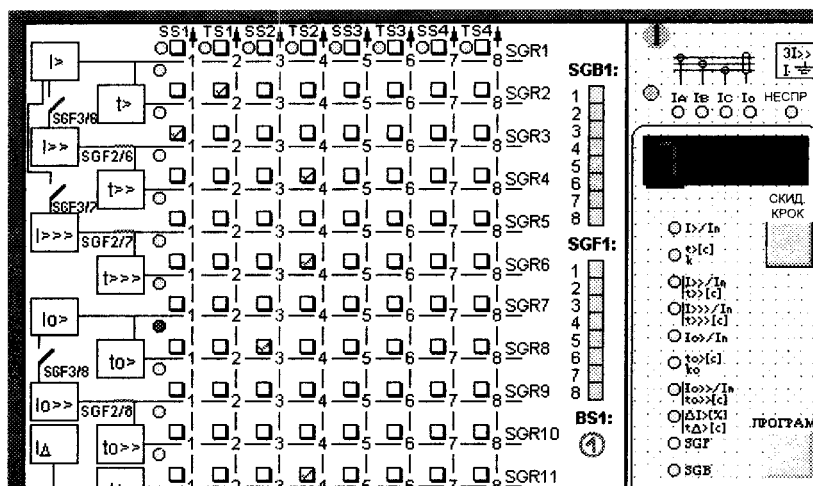


Рисунок Б.16 – Спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового двоступеневого захисту нульової послідовності

А потім, через 10 секунд (рис. Б.17):

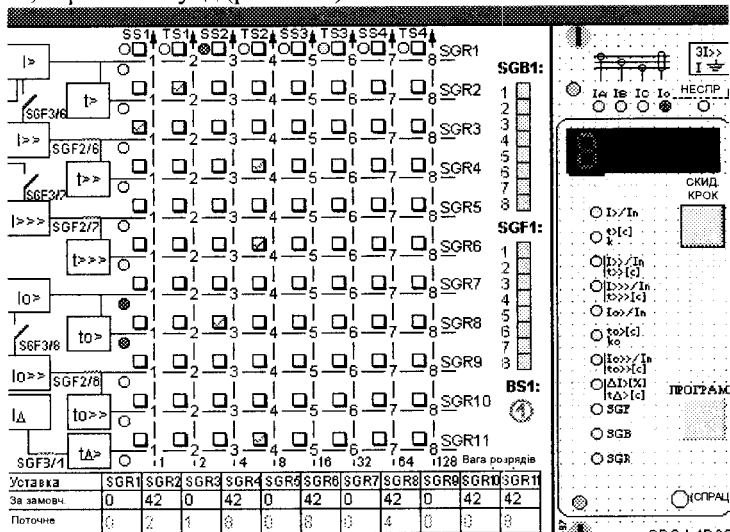


Рисунок Б.17 – Спрацьовування елемента витримки часу другого ступеня струмового двоступеневого захисту нульової послідовності

Встановить струм нульової послідовності – 3,5 ампера. В результаті отримайте таку віконну заставку (рис. Б.18).

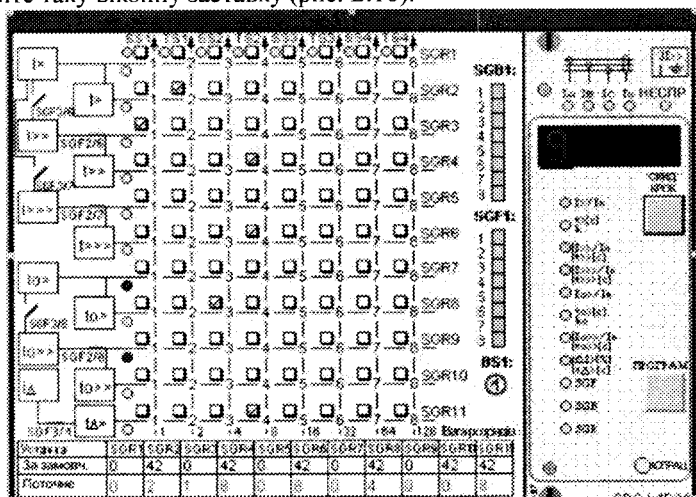


Рисунок Б.18 – Індикація спрацьовування «струмового реле» першого ступеня релейного захисту нульової послідовності

А потім (через 3 секунди) спрацьовує «реле часу» першого ступеня релейного захисту нульової послідовності (рис. Б.19):

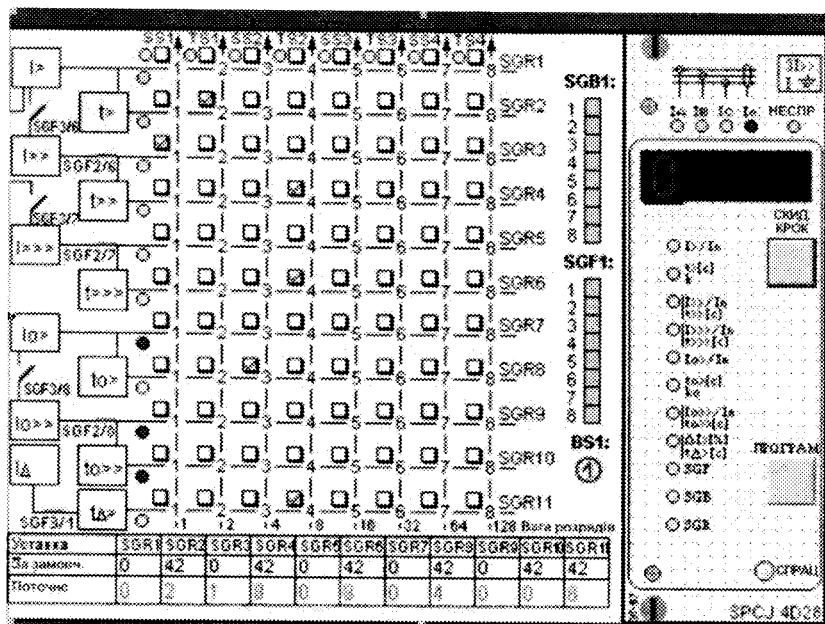


Рисунок Б.19 – Індикація спрацьовування «реле часу» першого ступеня релейного захисту нульової послідовності

Додаток В

Основні характеристики алюмінієвого дроту проводів ЛЕП

Параметри	Дріт алюмінієвий
Питомий електричний опір постійному струму при 20 °С, Ом·мм ² /м, не більше	0,028264
Температурний коефіцієнт електроопору при незмінній масі, на 1 °С	0,00403
Часовий опір розриву, МПа (Н/мм ²)	160–195

Додаток Г

Основні характеристики проводів

Основні характеристики проводів представлені в таблицях Г.1 – Г9.

Таблиця Г.1 – Номінальний переріз, діаметр та електричний опір алюмінієвих проводів

Номінальний переріз, мм ²	Діаметр проводу, мм	Електричний опір 1 км проводу постійному струму при 20 °С, Ом
16	5,1	1,8007
25	6,4	1,1498
35	7,5	0,8347
50	9,0	0,5784
70	10,7	0,4131
95	12,3	0,3114
120	14,0	0,2459
150	15,8	0,1944
185	17,5	0,1574
240	20,0	0,1205
300	22,1	0,1000
350	24,2	0,0833
400	25,6	0,0740
450	27,3	0,0642
500	29,1	0,0576
550	30,3	0,0529
600	31,5	0,0491
650	32,9	0,0450
700	34,2	0,0417
750	35,6	0,0386

Таблиця Г.2 – Конструктивні розміри повітряних ліній електричних передач

Номінальна напруга, кВ	Відстань між фазами D, м	Довжина прогону l, м	Висота опори H, м	Габарит лінії h, м
<1	0,5	40–50	8–9	6–7
6–10	1	50–80	10	6–7
35	3	150–200	12	6–7
110	4–5	170–250	13–14	6–7
150	5,5	200–280	15–16	7–8
220	7	250–350	25–30	7–8
330	9	300–400	25–30	7,5–8
500	10–12	350–450	25–30	8
750	14–16	450–750	30–41	10–12
150	12–19	–	33–54	14,5–17,5

Таблиця Г.3 – Індуктивний опір мідних і алюмінієвих проводів ліній електричних передач

Середньо-геометрична відстань між проводами, м	Індуктивний опір, Ом/км, при проводах марок												
	M6	M10	M16, A16	M25, A25	M35, A35	M50, A50	M70, A70	M95, A95	M120, A120	M150, A150	M185, A185	M240, A240	M300, A300
0,4	0,371	0,335	0,333	0,319	0,309	0,297	0,283	0,274					
0,5	0,397	0,381	0,358	0,345	0,336	0,325	0,309	0,300	0,292	0,287	0,28		
0,8	0,415	0,399	0,377	0,363	0,352	0,341	0,327	0,318	0,310	0,305	0,298		
1	0,429	0,413	0,391	0,377	0,366	0,355	0,341	0,332	0,324	0,319	0,313	0,305	0,298
1,25	0,443	0,427	0,405	0,391	0,38	0,369	0,346	0,338	0,333	0,327	0,327	0,319	0,311
1,5		0,438	0,416	0,402	0,319	0,38	0,366	0,357	0,349	0,344	0,338	0,330	0,323
2		0,457	0,435	0,421	0,410	0,398	0,385	0,376	0,368	0,363	0,357	0,349	0,342
2,5			0,449	0,435	0,424	0,413	0,399	0,39	0,382	0,377	0,371	0,363	0,363
3			0,460	0,446	0,435	0,423	0,41	0,401	0,393	0,388	0,382	0,374	0,374
3,5			0,470	0,456	0,455	0,433	0,42	0,411	0,403	0,398	0,392	0,384	0,377
4			0,478	0,464	0,453	0,441	0,428	0,419	0,411	0,406	0,400	0,392	0,385
4,5				0,472	0,46	0,448	0,435	0,426	0,418	0,413	0,407	0,399	0,392
5					0,467	0,456	0,442	0,433	0,425	0,420	0,414	0,406	0,399
5,5						0,462	0,448	0,439	0,431	0,426	0,420	0,412	0,405
6						0,468	0,454	0,445	0,437	0,432	0,426	0,418	0,411

Примітка. Алюмінієвий провід застосовують на лініях при середньогометричній відстані до 3 м.

Таблиця Г.4 – Розрахункові характеристики кабелів з паперовою ізоляцією

Переріз жили мм ²	Активний опір при +20 °С, Ом/км		Індуктивний опір прямій послідовності $X_{I\text{пит}}$ і ємнісна провідність $b_{\text{пит}}$ кабелю напругою, кВ							
			6	10	20	35	6	10	20	35
	Мідь	Алюміній	$X_{I\text{пит}},$ Ом/км.	$b_{\text{пит}} \cdot 10^{-4},$ См·км	$X_{I\text{пит}},$ Ом/км	$b_{\text{пит}} \cdot 10^{-4},$ См·км	$X_{I\text{пит}},$ Ом/км.	$b_{\text{пит}} \cdot 10^{-4},$ См·км	$X_{I\text{пит}},$ Ом/км	$b_{\text{пит}} \cdot 10^{-4},$ См·км
10	1,84	3,1	0,11	62,8	—	—	—	—	—	—
16	1,15	1,94	0,102	72,2	0,113	—	—	—	—	—
25	0,74	1,24	0,091	88	0,099	72,2	0,135	53,5	—	—
35	0,52	0,89	0,087	97,2	0,095	85	0,129	60	—	—
50	0,37	0,62	0,083	114	0,09	91	0,119	66	—	—
70	0,26	0,443	0,08	127	0,086	97,5	0,116	75,5	0,137	56,5
95	0,194	0,326	0,078	134	0,083	110	0,110	81,5	0,126	63
120	0,153	0,258	0,076	146	0,081	116	0,107	100	0,120	75,5
150	0,122	0,206	0,074	162	0,079	138	0,104	110	0,116	81,5
185	0,099	0,167	0,073	169	0,077	141	0,101	119	0,113	88
240	0,077	0,129	0,071	185	0,075	144	—	—	—	—
300	0,061	0,103	—	—	—	—	0,095	—	0,097	—
400	0,046	0,077	—	—	—	—	0,092	—	—	—

Таблиця Г.5 – Розрахункові характеристики повітряних ліній 35–150 кВ зі сталюалюмінієвими проводами

Переріз Жили мм ²	Активний опір при +20 °С на 100 км лінії, Ом	Індуктивний опір прямій послідовності $X_{\text{ліній}}$ і ємнісна провідність $b_{\text{ліній}}$ на 100 км лінії напругою, кВ				
		35	110		150	
		$X_{\text{ліній}}, \text{Ом}$	$X_{\text{ліній}}, \text{Ом}$	$b_{\text{ліній}} \cdot 10^{-4}, \text{См}$	$X_{\text{ліній}}, \text{Ом}$	$b_{\text{ліній}} \cdot 10^{-4}, \text{См}$
70/11	42,8	43,2	44,4	2,55	46	2,46
95/16	30,6	42,1	43,4	2,61	45	2,52
120/19	24,9	41,4	42,7	2,66	44,1	2,56
150/24	19,8	40,6	42	2,70	43,4	2,61
185/29	16,2	—	41,3	2,75	42,9	2,64
240/32	12	—	40,5	2,81	42	2,70

Таблиця Г.7 – Розрахункові характеристики повітряних ліній 220–1150 кВ зі сталеламінієвими проводами

Номинальний переріз проводу, мм ²	Кількість проводів у фазі	Активний опір при +20 °С на 100 км, Ом	Індуктивний опір прямій послідовності $X_{l\text{плт}}$ і ємнісна провідність $b_{\text{плт}}$ на 100 км лінії напругою, кВ											
			220		330		500		750		1150			
			$X_{l\text{плт}},$ Ом	$b_{\text{плт}} \cdot 10^{-4}$ См	$X_{l\text{плт}},$ Ом	$b_{\text{плт}} \cdot 10^{-4}$ См	$X_{l\text{плт}},$ Ом	$b_{\text{плт}} \cdot 10^{-4}$ См	$X_{l\text{плт}},$ Ом	$b_{\text{плт}} \cdot 10^{-4}$ См	Dcp = 15 м		Dcp = 24,2 м	
											$X_{l\text{плт}},$ Ом	$b_{\text{плт}} \cdot 10^{-4}$ См	$X_{l\text{плт}},$ Ом	$b_{\text{плт}} \cdot 10^{-4}$ См
240/32	1	12,1	43,5	2,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	6,0	—	—	33,1	3,38	—	—	—	—	—	—	—	—
240/39	11	1,1	11	1,1	—	—	—	—	—	—	19,3	5,95	—	—
240/56	5	2,4	—	—	—	—	—	—	30,8	3,76	—	—	—	—
300/39	1	9,8	42,9	2,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	4,8	—	—	32,8	3,41	—	—	—	—	—	—	—	—
300/48	8	1,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26,6	4,43
300/66	3	3,4	—	—	—	—	31,0	3,97	—	—	—	—	—	—
	5	2,1	—	—	—	—	—	—	28,8	4,11	—	—	—	—
330/43	3	2,9	—	—	—	—	30,8	3,60	—	—	—	—	—	—
	8	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27,0	4,38
400/51	1	7,5	42,0	2,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	3,75	—	—	32,3	3,46	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	2,5	—	—	—	—	30,6	3,62	—	—	—	—	—	—
	5	1,5	—	—	—	—	—	—	28,6	4,13	—	—	—	—
400/93	4	1,9	—	—	—	—	—	—	28,9	4,13	—	—	—	—
500/64	1	6,0	41,3	2,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	3,0	—	—	32,0	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	2,0	—	—	—	—	30,4	3,64	—	—	—	—	—	—
	4	1,5	—	—	—	—	—	—	30,3	3,9	—	—	—	—

Примітка. Среднегеометричні відстані між фазами при напругах 220, 330, 500 і 750 кВ, які дорівнюють відповідно 8, 11, 14 і 19,5 м.

Таблиця Г.8 – Індуктивні опори повітряних ліній зі сталевалюмінієвими проводами

Середньогометрична відстань між проводами, м	Питомий індуктивний опір прямої послідовності, Ом/км, проводів марок									
	AC-35	AC-50	AC-70	AC-95	AC-120	AC-150	AC-185	AC-240	AC-300	AC-400
2,0	0,403	0,392	0,382	0,371	0,365	0,358	—	—	—	—
2,5	0,417	0,406	0,396	0,385	0,379	0,372	—	—	—	—
3,0	0,429	0,418	0,408	0,397	0,391	0,384	0,377	0,369	—	—
3,5	0,438	0,427	0,417	0,406	0,400	0,398	0,386	0,378	—	—
4,0	0,446	0,435	0,425	0,414	0,408	0,401	0,394	0,386	—	—
4,5	—	—	0,433	0,422	0,416	0,409	0,402	0,394	—	—
5,0	—	—	0,440	0,429	0,423	0,416	0,409	0,401	—	—
5,5	—	—	—	—	0,430	0,422	0,415	0,407	—	—
6,0	—	—	—	—	—	—	—	0,413	0,404	0,396
6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,409	0,400
7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,414	0,406
7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,418	0,409
8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,422	0,414
8,5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,425	0,418

Таблиця Г.9 – Електричні характеристики алюмінієвого проводу

Найменування марки проводу	Допустимі тривалі струмові навантаження, А	Електричний опір 1 км проводу постійному струму, Ом, не більше
Провід А-16	105,0	1,8007
Провід А-25	136,0	1,1498
Провід А-35	170,0	0,8347
Провід А-40	—	0,7157
Провід А-50	215,0	0,5784
Провід А-63	—	0,4544
Провід А-70	265,0	0,4131
Провід А-95	320,0	0,3114
Провід А-100	—	0,2877
Провід А-120	375,0	0,2459
Провід А-125	—	0,2301
Провід А-150	440,0	0,1944
Провід А-160	—	0,1798
Провід А-185	500,0	0,1574
Провід А-200	—	0,1438
Провід А-240	590,0	0,1205
Провід А-250	—	0,1150
Провід А-300	680,0	0,1000

Додаток Д

Налаштування уставок спрацьовування захисту від несиметрії

1. Натискаючи кнопку «СКИД/КРОК» перевірте уставку за струмом струмового захисту від несиметрії (рис. Д.1). Зверніть увагу на те, що ця уставка програмується у відсотках і має бути в межах від 10 до 100 %.

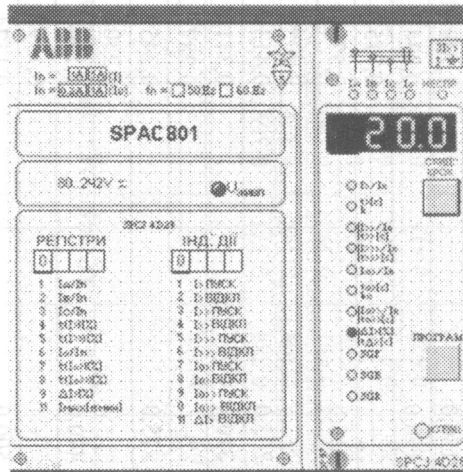
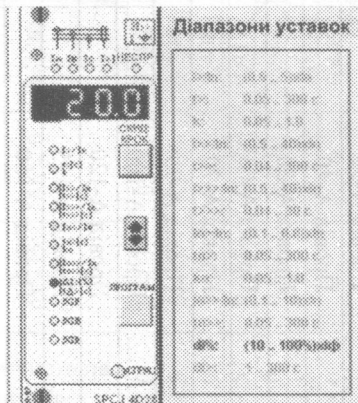


Рисунок Д.1 – Перевірка уставки ΔI струмового захисту від несиметрії

2. Якщо необхідно змінити поточну уставку, то натисніть і утримуйте кнопку «Програм» до появи зображення кнопки з двома стрілками (рис. Д.2)



3. Далі натисніть на кнопку з двома стрілками і отримайте віконну заставку, яка показана на рис. Д.3.



Рисунок Д.3 – Віконна заставка після натискання кнопки з двома стрілками

Далі кнопкою «Програм» перейдіть від одного розряду числа, яке показано на дисплеї, до іншого розряду цього числа. Якщо поточна цифра цього числа не відповідає потрібній, то змініть її, натискаючи на кнопку C/K.

Якщо в регістрі SGF 3 буде записана «1», то струмовий захист від несиметрії працювати і програмуватись не буде (рис. Д.4)

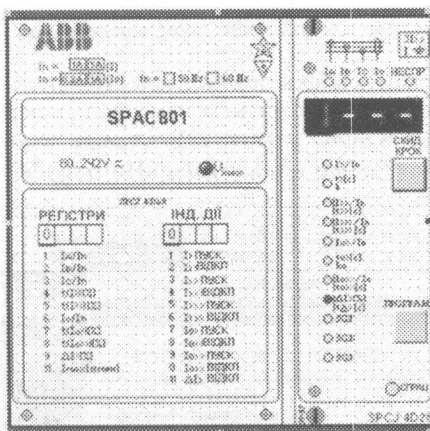


Рисунок Д.4 – Приклад неможливості програмування уставки ΔI

Додаток Е

Збереження налаштувань релейного захисту

З метою отримання навичок щодо збереження налаштувань уставок релейного захисту введіть уставки релейного захисту шляхом програмування вмісту регістрів відповідно до п. 2.3.1.

Далі збережіть ці налаштування, як налаштування користувача (рис. Е.1): <Налаштування / Зберегти налаштування>.

Активуйте опцію «Зберегти налаштування при виході». Для цього в верхньому рядку меню виберіть закладку «Налаштування», далі виберіть «Зберегти налаштування при виході».

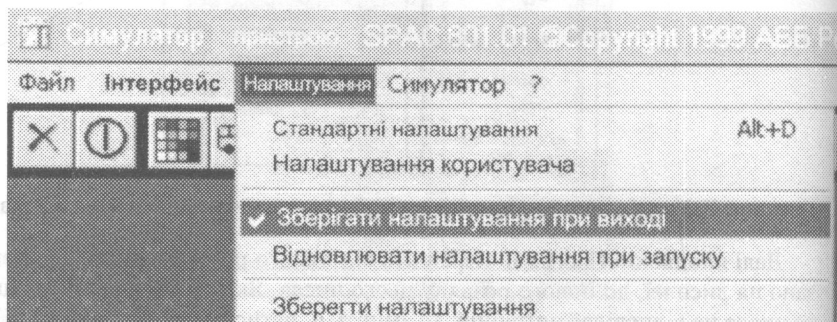


Рисунок Е.1 – Налаштування автоматичного збереження уставок



Додаток Ж

Перевірка якості збереження налаштувань

1. Вимкніть живлення шляхом натискання на кнопку .
2. В рядку меню виберіть закладку «Файл», далі виберіть «Вихід» (рис. Ж.1).



Рисунок Ж.1 – Вихід з програми симулятора SPAC801

3. Завантажити файл SPAC801.EXE (рис. Ж.2)

ИМЯ	ТИП	Размер	Дата
[..]		<папка>	31.08.2009 12:12
SPAC801	HLP	99,548	10.12.1999 17:49
SPAC801	E.E	1,807,872	05.01.2000 12:56
SPAC 801	zip	387,328	28.01.2004 23:34
BWCC	DLL	164,928	17.11.1994 05:50
ABB801	HLP	229,997	04.06.2001 05:14

Рисунок Ж.2 – Завантаження файла SPAC801.EXE симулятора SPAC801

4. Замінити стандартні налаштування на попередньо запрограмовані налаштування уставок релейного захисту і на попередні налаштування конфігурації релейного захисту. Для цього в меню виберіть закладку «Налаштування», а далі пункт «Налаштування користувача» (рис. Ж.3):

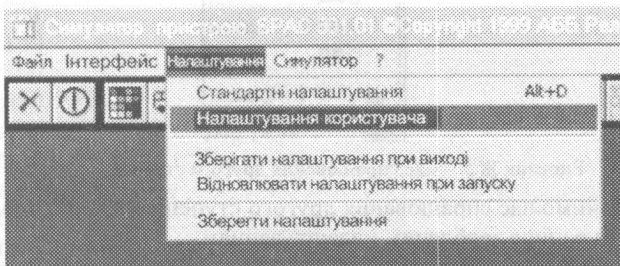


Рисунок Ж.3 – Вибір попередніх налаштувань користувача

5. Далі з'явиться запитання (рис. Ж.4).

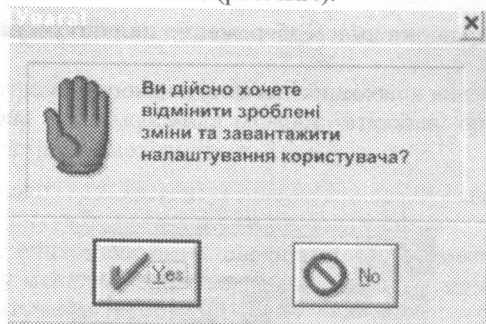


Рисунок Ж.4 – Підтвердження бажання працювати з попередніми налаштуваннями

6. Натисніть кнопку «Yes».

7. Перевірте раніше зроблені налаштування, наприклад, час спрацювання другого ступеня (рис. Ж.5).

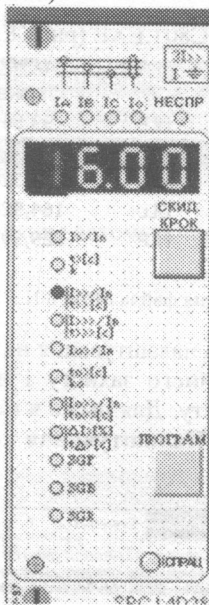


Рисунок Ж.5 – Час спрацювання другого ступеня $t_{>>} = 6$ с

Як бачимо час спрацювання другого ступеня $t_{>>} = 6$ с, що відповідає таблиці 2 та раніше зробленим налаштуванням.

Увага! Інформація про зроблені Вами зміни в параметрах налаштування термінала SPAC801 після вашого збереження записується у файл

SPAC801 (SPAC801.INI). Цей файл знаходиться в папці «WINDOWS» на диску «C» (рис. Ж.6).

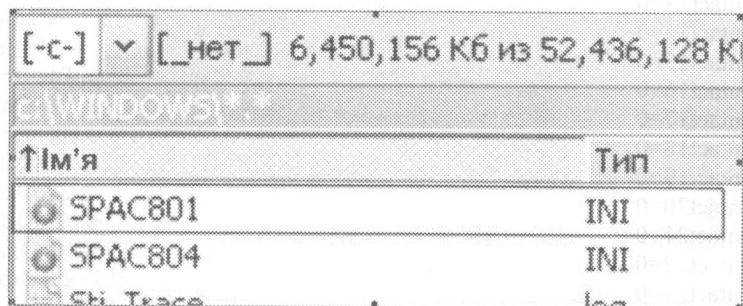


Рисунок Ж.6 – Розташування файла SPAC801.INI

Щоб не виникала потреба кожного разу налаштовувати однакові установки при зміні комп'ютера, то потрібно скопіювати цей файл і перенести його на інший комп'ютер в папку «**WINDOWS**» (рис. Ж.6).

Також рекомендується скопіювати цей файл в іншу папку на вашому комп'ютері. Це потрібно для того, щоб в разі помилкових ваших дій не втратити інформацію про зроблені вами налаштування.

Вміст файла **SPAC801.INI** представлений нижче. Тепер ви можете швидко змінити налаштування термінала.

[L2210Settings]

Setting1=0.10

Setting2=0.10

Setting3=0.50

Setting4=20.00

Setting5=0.50

Setting6=179.00

Setting7=79.00

Setting8=1.00

Setkontakt1=0

Setkontakt2=0

Setkontakt3=0

Setkontakt4=0

Setkontakt5=0

Setkontakt6=1

Setkontakt7=0

Setkontakt8=1

Setkontakt9=0

Setkontakt10=1

Setkontakt11=0
Setkontakt12=0
Setkontakt13=0
Setkontakt14=0
Setkontakt15=0
Setkontakt16=0
Setkontakt17=0
Setkontakt18=0
Setkontakt19=0
Setkontakt20=0
Setkontakt21=0
Setkontakt22=0
Setkontakt23=0
Setkontakt24=1
Setkontakt25=0
Setkontakt26=0
Setkontakt27=0
Setkontakt28=0
Setkontakt29=1
Setkontakt30=1
Setkontakt31=0
Setkontakt32=1
Setkontakt33=0
Setkontakt34=0
Setkontakt35=0
Setkontakt36=0
Setkontakt37=0
Setkontakt38=0
Setkontakt39=0
Setkontakt40=0
Setkontakt41=0
Setkontakt42=0
Setkontakt43=0
Setkontakt44=0
Setkontakt45=0
Setkontakt46=0
Setkontakt47=0
Setkontakt48=0
Setkontakt49=0
Setkontakt50=0
Setkontakt51=0
Setkontakt52=0
Setkontakt53=0
Setkontakt54=0

Setkontakt55=0

Setkontakt56=0

[General]

SettingsOk=1

Speed=518

ScreenR=17

ScreenG=89

ScreenB=111

OnIndiColR=255

OnIndiColG=0

OnIndiColB=0

OffIndiColR=225

OffIndiColG=225

OffIndiColB=225

TRIPOnIndiColR=255

TRIPOnIndiColG=0

TRIPOnIndiColB=0

TRIPOffIndiColR=225

TRIPOffIndiColG=225

TRIPOffIndiColB=225

RedColorR=255

RedColorG=0

RedColorB=0

YelColorR=180

YelColorG=255

YelColorB=0

ModemSpeedN1=0

ModemSpeedN2=9

ModemSpeedN3=6

ModemSpeedP=2

ToolBar=1

Status=1

AutoLoadSettings=0

AutoStoreSettings=0

[SGX] – в панелі термінала SPAC801 – це **SGF, SGB, SGR**

SG1= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGF1**

SG2= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGF2**

SG3= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGF3**

SG4= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGF4**

SG5=170 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGF5**

SG6= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGF6**

SG7= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGF7**

SG8= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGF8**

SG9= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGB1**

SG10= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGB1**
SG11= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGB3**
SG12= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR1**
SG13= 2 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR2**
SG14= 1 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR3**
SG15= 8 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR4**
SG16= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR5**
SG17= 8 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR6**
SG18= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR7**
SG19= 4 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR8**
SG20= 0 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR9**
SG21= 32 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR10**
SG22= 8 – в панелі термінала SPAC801 – це **SGR11**

[Settings]

Setting1=1.00 – $1.00 \cdot I_{\text{ном}}$ ампер уставка за струмом захисту **третього** ступеня струмового ступеневого захисту

Setting2=10.0 – 10 секунд уставка за часом **третього** ступеня струмового ступеневого захисту

Setting3=1.00 – **K = 1** уставка коефіцієнта обернено-залежної характеристики **третього** ступеня струмового ступеневого захисту

Setting4=2.00 – $2.00 \cdot I_{\text{ном}}$ ампер уставка за струмом захисту **другого** ступеня струмового ступеневого захисту

Setting5=6.00 – 6.00 секунд уставка за часом захисту **другого** ступеня струмового ступеневого захисту

Setting6=4.00 – $4.00 \cdot I_{\text{ном}}$ ампер уставка за струмом захисту **першого** ступеня струмового ступеневого захисту

Setting7=3.00 – 3 секунди уставка за часом **першого** ступені струмового ступеневого захисту

Setting8=0.30 – $0.3 \cdot I_{\text{ном}}$ ампер уставка за струмом захисту **другого** ступеня захисту нульової послідовності

Setting9=10.00 – 10 секунд уставка за часом **другої** ступені струмового захисту нульової послідовності

Setting10=1.00 – **K = 1** уставка коефіцієнта обернено-залежної характеристики **другого** ступеня захисту нульової послідовності

Setting11=0.50 – $0.5 \cdot I_{\text{ном}}$ ампер уставка за струмом захисту **першого** ступеня захисту нульової послідовності

Setting12=3.00 – 3 секунди уставка за часом захисту **першої** ступені захисту нульової послідовності

Setting13=20.00 – 20 % уставка за струмом захисту **від несиметрії**

Setting14=5.00 – 5 секунд уставка за часом захисту **від несиметрії**

Додаток И

Вміст розрядів регістрів SGF блока регістрів SGF на спрацьовування різних ступенів захистів модуля SPCJ 4D28

Таблиця И. 1 – Вплив вмісту розрядів регістрів SGF блока регістрів SGF на спрацьовування різних ступенів захистів модуля SPCJ 4D28

Блок регістрів	Номер регістра в блоці	Номер розряду в регістрі	Стан розряду	Виконувана функція
1	2	3	4	5
SGF	1	1	0	Незалежні характеристики
SGF	1	1	1	над інверсна залежна х-ка I>
SGF	1	2	0	Незалежні характеристики
SGF	1	3	0	Незалежні характеристики
SGF	1	4	0	Незалежні характеристики
SGF	1	5	0	Незалежні характеристики
SGF	1	6	0	Незалежні характеристики
SGF	1	7	0	Незалежні характеристики
SGF	2	1	0	Захисти введені в роботу
SGF	2	2	0	Захисти введені в роботу
SGF	2	3	0	Захисти введені в роботу
SGF	2	4	0	Захисти введені в роботу
SGF	2	5	0	Захисти введені в роботу
SGF	2	6	0	Захист I>> введений в роботу
SGF	2	6	1	Захист I>> виведений з робо-
SGF	2	7	0	Захист I>>> введений в робо-
SGF	2	7	1	Захист I>>> виведений з робо-
SGF	2	8	0	Захисти введені в роботу
SGF	3	1	0	захист I _A введений в роботу
SGF	3	2	0	немає блокування I> і I ₀ >
SGF	3	3	0	немає блокування I>>, I>>>, I>>>>
SGF	3	4	0	немає блокування I>>, I>>>, I>>>>
SGF	3	5	0	немає блокування I>>, I>>>, I>>>>
SGF	3	6	0	немає блокування I>>, I>>>, I>>>>
SGF	3	7	0	немає блокування I>>, I>>>, I>>>>
SGF	3	8	0	немає блокування I>>, I>>>, I>>>>
SGF	4	1	0	Дозволено ΔI
SGF	4	2	0	Не використовується
SGF	4	3	0	Не використовується

Продовження таблиці И.1

1	2	3	4	5
SGF	4	4	0	Не використовується
SGF	4	5	0	Не використовується
SGF	4	6	0	Не використовується
SGF	4	7	0	Не використовується
SGF	4	8	0	Не використовується
SGF	5	1	0	SS1→ ПС*=0 (КС**=0)
SGF	5	2	1	TS1→ ПС*=1 (КС=2)
SGF	5	3	0	SS2→ ПС*=0 (КС=0)
SGF	5	4	1	TS2→ ПС*=1 (КС=8)
SGF	5	5	0	SS3→ ПС*=0 (КС=0)
SGF	5	6	1	TS3→ ПС*=1 (КС=32)
SGF	5	7	0	SS4→ ПС*=0 (КС=0)
SGF	5	8	1	TS4→ ПС*=1 (КС=128)
SGF	6	1	0	Не використовується
SGF	6	2	0	Не використовується
SGF	6	3	0	Не використовується
SGF	6	4	0	Не використовується
SGF	6	5	0	Не використовується
SGF	6	6	0	Не використовується
SGF	6	7	0	Не використовується
SGF	6	8	0	Не використовується
SGF	7	1	0	Не використовується
SGF	7	2	0	Не використовується
SGF	7	3	0	Не використовується
SGF	7	4	0	Не використовується
SGF	7	5	0	Не використовується
SGF	7	6	0	Не використовується
SGF	7	7	0	Не використовується
SGF	7	8	0	Не використовується
SGF	8	1	0	Не використовується
SGF	8	2	0	Не використовується
SGF	8	3	0	Не використовується
SGF	8	4	0	Не використовується
SGF	8	5	0	Не використовується
SGF	8	6	0	Не використовується
SGF	8	7	0	Не використовується
SGF	8	8	0	Не використовується

Продовження таблиці И.1

1	2	3	4	5
SGB	1	1	0	Немає блокування BS1
SGB	1	2	0	Немає блокування BS1
SGB	1	3	0	Немає блокування BS1
SGB	1	4	0	Немає блокування BS1
SGB	1	5	0	Немає блокування BS1
SGB	1	6	0	Немає блокування BS1
SGB	1	7	0	Немає блокування BS1
SGB	1	8	0	Немає блокування BS1
SGB	2	1	0	Немає блокування BS2
SGB	2	2	0	Немає блокування BS2
SGB	2	3	0	Немає блокування BS2
SGB	2	4	0	Немає блокування BS2
SGB	2	5	0	Немає блокування BS2
SGB	2	6	0	Немає блокування BS2
SGB	2	7	0	Немає блокування BS2
SGB	2	8	0	Немає блокування BS2
SGB	3	1	0	Немає блокування BS3
SGB	3	2	0	Немає блокування BS3
SGB	3	3	0	Немає блокування BS3
SGB	3	4	0	Немає блокування BS3
SGB	3	5	0	Немає блокування BS3
SGB	3	6	0	Немає блокування BS3
SGB	3	7	0	Немає блокування BS3
SGB	3	8	0	Немає блокування BS3
SGR	1	1	0	$I \rightarrow SS1$ немає ($KC=0$)
SGR	1	2	0	$I \rightarrow TS1$ немає ($KC=0$)
SGR	1	3	0	$I \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)
SGR	1	4	0	$I \rightarrow TS2$ немає ($KC=0$)
SGR	1	5	0	$I \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	1	6	0	$I \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)
SGR	1	7	0	$I \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	1	8	0	$I \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)
SGR	2	1	0	$t \rightarrow SS1$ немає ($KC=0$)
SGR	2	2	1	$t \rightarrow TS1$ ($KC=2$)
SGR	2	3	0	$t \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)
SGR	2	4	0	$t \rightarrow TS2$ немає ($KC=0$)
SGR	2	5	0	$t \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	2	6	0	$t \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)

Продовження таблиці И.1

1	2	3	4	5
SGR	2	7	0	$t \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	2	8	0	$t \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)
SGR	3	1	1	$I \rightarrow SS1$ ($KC=1$)
SGR	3	2	0	$I \rightarrow TS1$ немає ($KC=0$)
SGR	3	3	0	$I \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)
SGR	3	4	1	$I \rightarrow TS2$ немає ($KC=0$)
SGR	3	5	0	$I \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	3	6	0	$I \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)
SGR	3	7	0	$I \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	3	8	0	$I \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)
SGR	4	1	0	$t \rightarrow SS1$ немає ($KC=0$)
SGR	4	2	0	$t \rightarrow TS1$ немає ($KC=0$)
SGR	4	3	0	$t \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)
SGR	4	4	1	$t \rightarrow TS2$ ($KC=8$)
SGR	4	5	0	$t \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	4	6	0	$t \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)
SGR	4	7	0	$t \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	4	8	0	$t \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)
SGR	5	1	0	$I \rightarrow SS1$ немає ($KC=0$)
SGR	5	2	0	$I \rightarrow TS1$ немає ($KC=0$)
SGR	5	3	0	$I \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)
SGR	5	4	0	$I \rightarrow TS2$ немає ($KC=0$)
SGR	5	5	0	$I \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	5	6	0	$I \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)
SGR	5	7	0	$I \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	5	8	0	$I \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)
SGR	6	1	0	$t \rightarrow SS1$ ($KC=8$)
SGR	6	2	0	$t \rightarrow TS1$ немає ($KC=0$)
SGR	6	3	0	$t \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)
SGR	6	4	1	$t \rightarrow TS2$ немає ($KC=0$)
SGR	6	5	0	$t \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	6	6	0	$t \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)
SGR	6	7	0	$t \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	6	8	0	$t \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)
SGR	7	1	0	$I_0 \rightarrow SS1$ немає ($KC=0$)
SGR	7	2	0	$I_0 \rightarrow TS1$ немає ($KC=0$)
SGR	7	3	0	$I_0 \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)

Продовження таблиці И.1

1	2	3	4	5
SGR	7	4	0	$I_0 \rightarrow TS2$ немає (KC=0)
SGR	7	5	0	$I_0 \rightarrow SS3$ немає (KC=0)
SGR	7	6	0	$I_0 \rightarrow TS3$ немає (KC=0)
SGR	7	7	0	$I_0 \rightarrow SS4$ немає (KC=0)
SGR	7	8	0	$I_0 \rightarrow TS4$ немає (KC=0)
SGR	8	1	0	$t_0 \rightarrow SS1$ немає (KC=0)
SGR	8	2	0	$t_0 \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	8	3	1	$t_0 \rightarrow SS2$ немає (KC=4)
SGR	8	4	0	$t_0 \rightarrow TS2$ немає (KC=0)
SGR	8	5	0	$t_0 \rightarrow SS3$ немає (KC=0)
SGR	8	6	0	$t_0 \rightarrow TS3$ немає (KC=0)
SGR	8	7	0	$t_0 \rightarrow SS4$ немає (KC=0)
SGR	8	8	0	$t_0 \rightarrow TS4$ немає (KC=0)
SGR	9	1	0	$I_0 \gg SS1$ немає (KC=0)
SGR	9	2	0	$I_0 \gg TS1$ немає (KC=0)
SGR	9	3	0	$I_0 \gg SS2$ немає (KC=0)
SGR	9	4	0	$I_0 \gg TS2$ немає (KC=0)
SGR	9	5	0	$I_0 \gg SS3$ немає (KC=0)
SGR	9	6	0	$I_0 \gg TS3$ немає (KC=0)
SGR	9	7	0	$I_0 \gg SS4$ немає (KC=0)
SGR	9	8	0	$I_0 \gg TS4$ немає (KC=0)
SGR	10	1	0	$t_0 \gg TS1$ немає (KC=0)
SGR	10	2	0	$t_0 \gg TS1$ немає (KC=0)
SGR	10	3	0	$t_0 \gg SS2$ немає (KC=0)
SGR	10	4	0	$t_0 \gg TS2$ немає (KC=0)
SGR	10	5	0	$t_0 \gg SS3$ немає (KC=0)
SGR	10	6	0	$t_0 \gg TS3$ немає (KC=0)
SGR	10	7	0	$t_0 \gg SS4$ немає (KC=0)
SGR	10	8	0	$t_0 \gg TS4$ немає (KC=0)
SGR	11	1	0	$t\Delta \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	11	2	0	$t\Delta \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	11	3	0	$t\Delta \rightarrow SS2$ немає (KC=0)
SGR	11	4	1	$t\Delta \rightarrow TS2$ немає (KC=8)
SGR	11	5	0	$t\Delta \rightarrow SS3$ немає (KC=0)
SGR	11	6	0	$t\Delta \rightarrow TS3$ немає (KC=0)
SGR	11	7	0	$t\Delta \rightarrow SS4$ немає (KC=0)
SGR	11	8	0	$t\Delta \rightarrow TS4$ немає (KC=0)

* – ПС – поточний стан,

** – КС – контрольна сума.

Контрольна сума вмісту всіх розрядів регістра $SGF5 = 170 = 0 + 2 + 8 + 32 + 128$. Це означає те, що для того, щоб засвітити діод VD «Спрац.» будуть працювати лише сигнали TS блока захистів.

Додаток К

Види обернено-залежних (інверсних) характеристик

Параметри інверсних захисних характеристик подані в таблиці К.1 – К.3.

Таблиця К.1 – Параметри інверсних захисних характеристик

Вид характеристик	Вхідний струм I _н в.о.						
	2	3	5	8	10	15	20
Інверсна, час, с	10,03	6,3	4,28	3,3	2,97	2,52	2,27
Сильно інверсна, час, с	13,5	6,75	3,37	1,93	1,5	0,96	0,71
Надінверсна, час, с	26,67	10	3,33	1,27	0,81	0,36	0,2
Тривало інверсна, час, с	120	60	30	17,14	13,33	8,57	6,32
RI-типу, час, с	4,52	3,84	3,43	3,23	3,17	3,09	3,06
RXIDG-типу, час, с	4,86	4,32	3,63	2,99	2,69	2,14	1,76

Зміна типу захисних характеристик представлена на рис. К.1 – К.1.

SGF1

	0 05 300с Нев. хар-ка	Надінверсна хар-ка	Сильно інверсна хар-ка	Інверсна хар-ка	Тривало інверсна хар-ка	RI - характеристика	RXIDG - хар-ка	Не використовується	Так	Ні	За замовчуванням	Поточний стан	Варіант розряду
1	Характеристики спрацювання 3-ого ступеня захисту I>	0 1 0	1 0 1	0 1 0	1 0 1	0 1 0	1 1 1				0 1 1		
2		0 0 1	1 1 0	0 0 1	1 1 1						0 1 2		
3		0 0 0	0 0 1	1 1 1							0 0 0		
4	Не використовується										0 0 0		
5	Автоматичне підвищення установки I>>							1 0	0 0 0				
6	Характеристики спрацювання 2-ого ступеня захисту I<>	0 1 0	1 0 1	0 1 0	1 0 1	0 1 1					0 1 32		
7		0 0 1	1 0 0	0 1 1							0 0 0		
8		0 0 0	0 1 1	1 1 1							0 0 0		
Всього:											35		

Рисунок К.1 – Зміна типу захисних характеристик

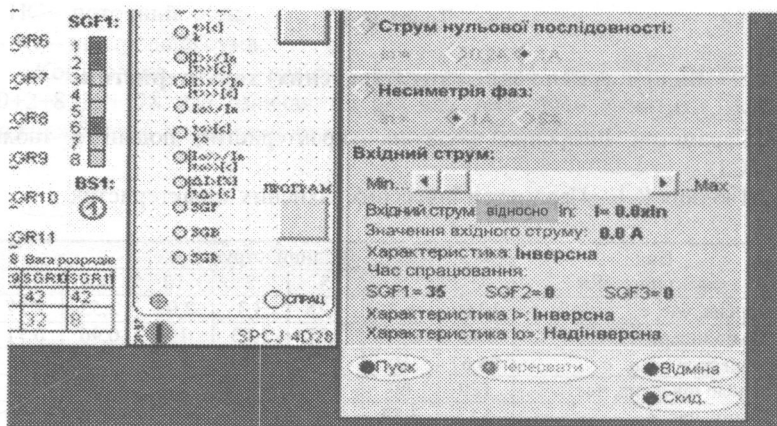


Рисунок К.2 – Індикація типів поточних захисних характеристик

Таблиця К.2 – Відповідність стану розрядів регістра SGF1 типам захисних характеристик

Розряди регістра SGF1								Характеристики захисту
1	2	3	4	5	6	7	8	
Варіант 1								
0	0	0	0					Незалежна для I>
				0	0	0	0	Незалежна для I ₀ >
Варіант 2								
1	0	0	0					Надінверсна для I>
				0	1	0	0	Надінверсна для I ₀ >
Варіант 3								
0	1	0	0					Сильно інверсна для I>
				0	0	1	0	Сильно інверсна для I ₀ >
Варіант 4								
1	1	0	0					Інверсна для I>
				0	1	1	0	Інверсна для I ₀ >
Варіант 5								
0	0	1	0					Тривало інверсна для I>
				0	0	0	1	Тривало інверсна для I ₀ >
Варіант 6								
1	0	1	0					RI для I>
				0	1	0	1	RI для I ₀ >
Варіант 7								
0	1	1	0					RXIDG для I>
				0	0	1	1	RXIDG для I ₀ >
Варіант 8								
1	1	1	0					Невизначена для I>
				0	1	1	1	Невизначена для I ₀ >

Таблиця К.3 – Характеристики спрацювання третього I> та другого ступеня I₀> захистів

SGF1		0,05–3,00 с Незалежна характеристика	Надінверсна характеристика	Сильно інверсна характеристика	Інверсна характеристика	Тривало інверсна характеристика	RI-характеристика	RXIDG-характеристика	Не використовується	Так	Ні	За замовчуванням	Поточний стан	Вага розряду	Характеристика
1	Характеристики спрацювання третього ступеня захисту I>	0	1	0	1	0	1	0	1			0	1	1	
2		0	0	1	1	0	0	1	1			0	1	2	
3		0	0	1	1	0	0	1	1			0	1	4	
4	Не використовується												1	8	
5	Автоматичне подвоєння уставки I>>									1	0	0	1	16	
6	Характеристики спрацювання другого ступеня захисту I ₀ >	0	1	0	1	0	1	0	1			0	1	32	
7		0	0	1	1	0	0	1	1			0	1	64	
8		0	0	1	1	0	0	1	1			0	1	128	
										Разом:				256	

Додаток Л

Уставки спрацьовування захисту до першої лабораторної роботи

Таблиця Л.1 – Уставки спрацьовування захисту

Номер з/п	Параметр			Призначення
	Позначення	Величина	Одиниця вимірів	
1	I>>>	4	В.о.	Перший ступінь триступеневого захисту
2	t>>>	3	с	
3	I>>	2	В.о.	Другий ступінь триступеневого захисту
4	t>>	6	с	
5	I>	1	В.о.	Третій ступінь триступеневого захисту
6	t>	10	с	
7	I0>>	0,5	В.о.	Перший ступінь захисту нульової послідовності
8	t0>>	3	с	
9	I0>	0,3	В.о.	Другий ступінь захисту нульової послідовності
10	t0>	10	с	
11	ΔI	20	%	Захист від несиметрії струмів
12	Δt	5	с	

Таблиця Л.2 – Вміст розрядів регістрів ступенів захистів модуля **SPCJ 4D28**

Блок регістрів	Номер регістра в блоці	Номер розряду в регістрі	Стан розряду	Виконувана функція
1	2	3	4	5
SGF	1	1	0	Незалежні характеристики
SGF	1	1	1	Надінверсна залежна х-ка I>
SGF	1	2	0	Незалежні характеристики
SGF	1	3	0	Незалежні характеристики
SGF	1	4	0	Незалежні характеристики
SGF	1	5	0	Незалежні характеристики
SGF	1	6	0	Незалежні характеристики
SGF	1	7	0	Незалежні характеристики
SGF	1	8	0	Незалежні характеристики
SGF	2	1	0	Захисти введені в роботу
SGF	2	2	0	Захисти введені в роботу
SGF	2	3	0	Захисти введені в роботу
SGF	2	4	0	Захисти введені в роботу
SGF	2	5	0	Захисти введені в роботу
SGF	2	6	0	Захист I>> введений в роботу
SGF	2	6	1	Захист I>> виведений з робо-

Продовження таблиці Л.2

1	2	4	5	6
SGF	2	7	0	Захист I>>> введений в роботу
SGF	2	7	1	Захист I>>> виведений з роботи
SGF	2	8	0	Захисти введені в роботу
SGF	3	1	0	захист I _Δ введений в роботу
SGF	3	2	0	немає блокування I> і I ₀ >
SGF	3	3	0	немає блокування I>>, I>>>, I ₀ >>
SGF	3	4	0	немає блокування I>>, I>>>, I ₀ >>
SGF	3	5	0	немає блокування I>>, I>>>, I ₀ >>
SGF	3	6	0	немає блокування I>>, I>>>, I ₀ >>
SGF	3	7	0	немає блокування I>>, I>>>, I ₀ >>
SGF	3	8	0	немає блокування I>>, I>>>, I ₀ >>
SGF	4	1	0	Дозволено Δ1
SGF	4	2	0	Не використовується
SGF	4	3	0	Не використовується
SGF	4	4	0	Не використовується
SGF	4	5	0	Не використовується
SGF	4	6	0	Не використовується
SGF	4	7	0	Не використовується
SGF	4	8	0	Не використовується
SGF	5	1	0	SS1→ ПС*=0 (КС**=0)
SGF	5	2	1	TS1→ ПС*=1 (КС=2)
SGF	5	3	0	SS2→ ПС*=0 (КС=0)
SGF	5	4	1	TS2→ ПС*=1 (КС=8)
SGF	5	5	0	SS3→ ПС*=0 (КС=0)
SGF	5	6	1	TS3→ ПС*=1 (КС=32)
SGF	5	7	0	SS4→ ПС*=0 (КС=0)
SGF	5	8	1	TS4→ ПС*=1 (КС=128)
SGF	6	1	0	Не використовується
SGF	6	2	0	Не використовується
SGF	6	3	0	Не використовується
SGF	6	4	0	Не використовується
SGF	6	5	0	Не використовується
SGF	6	6	0	Не використовується
SGF	6	7	0	Не використовується
SGF	6	8	0	Не використовується
SGF	7	1	0	Не використовується
SGF	7	2	0	Не використовується
SGF	7	3	0	Не використовується
SGF	7	4	0	Не використовується

Продовження таблиці Л.2

1	2	3	4	5
SGF	7	5	0	Не використовується
SGF	7	6	0	Не використовується
SGF	7	7	0	Не використовується
SGF	7	8	0	Не використовується
SGF	8	1	0	Не використовується
SGF	8	2	0	Не використовується
SGF	8	3	0	Не використовується
SGF	8	4	0	Не використовується
SGF	8	5	0	Не використовується
SGF	8	6	0	Не використовується
SGF	8	7	0	Не використовується
SGF	8	8	0	Не використовується
SGB	1	1	0	Немає блокування BS1
SGB	1	2	0	Немає блокування BS1
SGB	1	3	0	Немає блокування BS1
SGB	1	4	0	Немає блокування BS1
SGB	1	5	0	Немає блокування BS1
SGB	1	6	0	Немає блокування BS1
SGB	1	7	0	Немає блокування BS1
SGB	1	8	0	Немає блокування BS1
SGB	2	1	0	Немає блокування BS2
SGB	2	2	0	Немає блокування BS2
SGB	2	3	0	Немає блокування BS2
SGB	2	4	0	Немає блокування BS2
SGB	2	5	0	Немає блокування BS2
SGB	2	6	0	Немає блокування BS2
SGB	2	7	0	Немає блокування BS2
SGB	2	8	0	Немає блокування BS2
SGB	3	1	0	Немає блокування BS3
SGB	3	2	0	Немає блокування BS3
SGB	3	3	0	Немає блокування BS3
SGB	3	4	0	Немає блокування BS3
SGB	3	5	0	Немає блокування BS3
SGB	3	6	0	Немає блокування BS3
SGB	3	7	0	Немає блокування BS3
SGB	3	8	0	Немає блокування BS3
SGR	1	1	0	$I \rightarrow SS1$ немає (KC=0)
SGR	1	2	0	$I \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	1	3	0	$I \rightarrow SS2$ немає (KC=0)

Продовження таблиці Л.2

1	2	3	4	5
SGR	1	4	0	$I \rightarrow TS2$ немає ($KC=0$)
SGR	1	5	0	$I \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	1	6	0	$I \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)
SGR	1	7	0	$I \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	1	8	0	$I \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)
SGR	2	1	0	$t \rightarrow SS1$ немає ($KC=0$)
SGR	2	2	1	$t \rightarrow TS1$ ($KC=2$)
SGR	2	3	0	$t \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)
SGR	2	4	0	$t \rightarrow TS2$ немає ($KC=0$)
SGR	2	5	0	$t \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	2	6	0	$t \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)
SGR	2	7	0	$t \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	2	8	0	$t \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)
SGR	3	1	1	$I \rightarrow SS1$ ($KC=1$)
SGR	3	2	0	$I \rightarrow TS1$ немає ($KC=0$)
SGR	3	3	0	$I \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)
SGR	3	4	1	$I \rightarrow TS2$ немає ($KC=0$)
SGR	3	5	0	$I \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	3	6	0	$I \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)
SGR	3	7	0	$I \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	3	8	0	$I \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)
SGR	4	1	0	$t \rightarrow SS1$ немає ($KC=0$)
SGR	4	2	0	$t \rightarrow TS1$ немає ($KC=0$)
SGR	4	3	0	$t \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)
SGR	4	4	1	$t \rightarrow TS2$ ($KC=8$)
SGR	4	5	0	$t \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	4	6	0	$t \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)
SGR	4	7	0	$t \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	4	8	0	$t \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)
SGR	5	1	0	$I \rightarrow SS1$ немає ($KC=0$)
SGR	5	2	0	$I \rightarrow TS1$ немає ($KC=0$)
SGR	5	3	0	$I \rightarrow SS2$ немає ($KC=0$)
SGR	5	4	0	$I \rightarrow TS2$ немає ($KC=0$)
SGR	5	5	0	$I \rightarrow SS3$ немає ($KC=0$)
SGR	5	6	0	$I \rightarrow TS3$ немає ($KC=0$)
SGR	5	7	0	$I \rightarrow SS4$ немає ($KC=0$)
SGR	5	8	0	$I \rightarrow TS4$ немає ($KC=0$)

Продовження таблиці Л.2

1	2	3	4	5
SGR	6	1	0	$t_{>>>} \rightarrow SS1$ (KC=8)
SGR	6	2	0	$t_{>>>} \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	6	3	0	$t_{>>>} \rightarrow SS2$ немає (KC=0)
SGR	6	4	1	$t_{>>>} \rightarrow TS2$ немає (KC=0)
SGR	6	5	0	$t_{>>>} \rightarrow SS3$ немає (KC=0)
SGR	6	6	0	$t_{>>>} \rightarrow TS3$ немає (KC=0)
SGR	6	7	0	$t_{>>>} \rightarrow SS4$ немає (KC=0)
SGR	6	8	0	$t_{>>>} \rightarrow TS4$ немає (KC=0)
SGR	7	1	0	$I_0 \rightarrow SS1$ немає (KC=0)
SGR	7	2	0	$I_0 \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	7	3	0	$I_0 \rightarrow SS2$ немає (KC=0)
SGR	7	4	0	$I_0 \rightarrow TS2$ немає (KC=0)
SGR	7	5	0	$I_0 \rightarrow SS3$ немає (KC=0)
SGR	7	6	0	$I_0 \rightarrow TS3$ немає (KC=0)
SGR	7	7	0	$I_0 \rightarrow SS4$ немає (KC=0)
SGR	7	8	0	$I_0 \rightarrow TS4$ немає (KC=0)
SGR	8	1	0	$t_0 \rightarrow SS1$ немає (KC=0)
SGR	8	2	0	$t_0 \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	8	3	1	$t_0 \rightarrow SS2$ немає (KC=4)
SGR	8	4	0	$t_0 \rightarrow TS2$ немає (KC=0)
SGR	8	5	0	$t_0 \rightarrow SS3$ немає (KC=0)
SGR	8	6	0	$t_0 \rightarrow TS3$ немає (KC=0)
SGR	8	7	0	$t_0 \rightarrow SS4$ немає (KC=0)
SGR	8	8	0	$t_0 \rightarrow TS4$ немає (KC=0)
SGR	9	1	0	$I_0 \rightarrow SS1$ немає (KC=0)
SGR	9	2	0	$I_0 \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	9	3	0	$I_0 \rightarrow SS2$ немає (KC=0)
SGR	9	4	0	$I_0 \rightarrow TS2$ немає (KC=0)
SGR	9	5	0	$I_0 \rightarrow SS3$ немає (KC=0)
SGR	9	6	0	$I_0 \rightarrow TS3$ немає (KC=0)
SGR	9	7	0	$I_0 \rightarrow SS4$ немає (KC=0)
SGR	9	8	0	$I_0 \rightarrow TS4$ немає (KC=0)
SGR	10	1	0	$t_0 \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	10	2	0	$t_0 \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	10	3	0	$t_0 \rightarrow SS2$ немає (KC=0)
SGR	10	4	0	$t_0 \rightarrow TS2$ немає (KC=0)
SGR	10	5	0	$t_0 \rightarrow SS3$ немає (KC=0)

Продовження таблиці Л.2

1	2	3	4	5
SGR	10	6	0	$t_0 >> \rightarrow TS3$ немає (KC=0)
SGR	10	7	0	$t_0 >> \rightarrow SS4$ немає (KC=0)
SGR	10	8	0	$t_0 >> \rightarrow TS4$ немає (KC=0)
SGR	11	1	0	$t\Delta > \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	11	2	0	$t\Delta > \rightarrow TS1$ немає (KC=0)
SGR	11	3	0	$t\Delta > \rightarrow SS2$ немає (KC=0)
SGR	11	4	1	$t\Delta > \rightarrow TS2$ немає (KC=8)
SGR	11	5	0	$t\Delta > \rightarrow SS3$ немає (KC=0)
SGR	11	6	0	$t\Delta > \rightarrow TS3$ немає (KC=0)
SGR	11	7	0	$t\Delta > \rightarrow SS4$ немає (KC=0)
SGR	11	8	0	$t\Delta > \rightarrow TS4$ немає (KC=0)

Таблиця Л.3 – Налаштування коефіцієнта К для різних видів захисних характеристик

Номер з.п.	Вид характеристики	Коефіцієнт К	Регістр	
			Тип	Стан
1	2	3	4	5
1	Інверсна	1		
2		2		
3		3		
4		4		
5		5		
6	Сильно інверсна	1		
7		2		
8		3		
9		4		
10		5		
11	Надінверсна	1	SGF 1 1	1
12		2		
13		3		
14		4		
15		5		
16	Тривало інверсна	1		
17		2		
18		3		
19		4		
20		5		

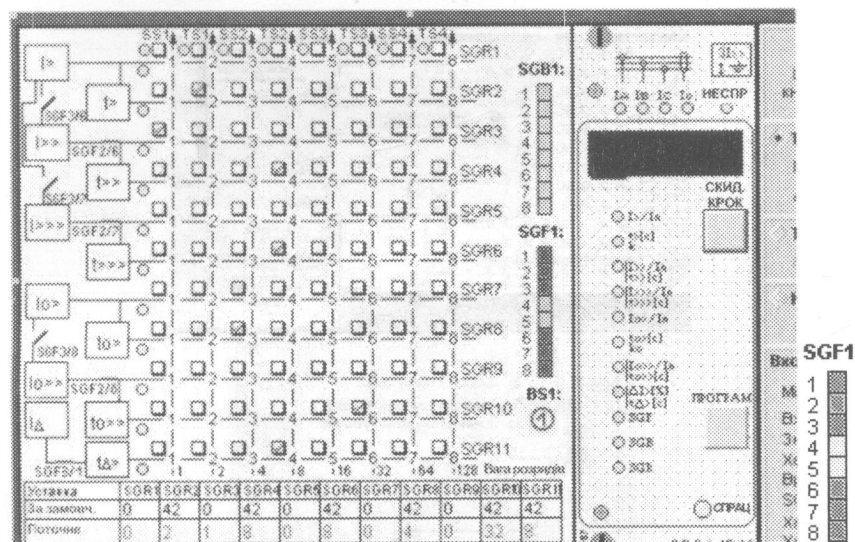
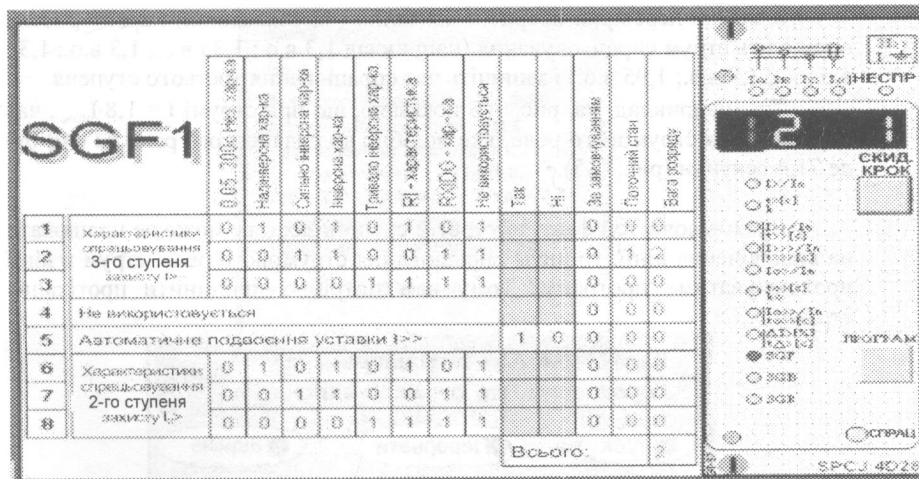
Продовження таблиці Л.3

1	2	3	4	5
21	RI – типу	1		
22		2		
23		3		
24		4		
25		5		
26	RXIDG – типу	1		
27		2		
28		3		
29		4		
30		5		
31	Незалежна	-	SGF 1 1	0

Таблиця Л.4 – Обернено-залежні захисні характеристики

Вид характеристики	Вхідний струм I*, в.о.						
	2	3	5	8	10	15	20
Інверсна, час, с	10,03	6,3	4,28	3,3	2,97	2,52	2,27
Сильно інверсна, час, с	13,5	6,75	3,37	1,93	1,5	0,96	0,71
Надінверсна, час, с	26,67	10	3,33	1,27	0,81	0,36	0,2
Тривало інверсна, час, с	120	60	30	17,14	13,33	8,57	6,32
RI-типу, час, с	4,52	3,84	3,43	3,23	3,17	3,09	3,06
RXIDG-типу, час, с	4,86	4,32	3,63	2,99	2,69	2,14	1,76

Налаштування вигляду часозалежних характеристик подані на рис. Л.1–Л.4.



З метою перевірки оберненозалежних (часозалежних) характеристик встановить струм спрацювання (наприклад 1,3 в.о.; 1,35 в.о.; 1,3 в.о.; 1,35 в.о.; ...; 1,9 в.о.; 1,95 в.о.) і запишіть час спрацювання третього ступеня.

Так, наприклад, на рис. Л.5 показано, що при струмі $I = 1,8 \cdot I_{ном}$, час спрацювання струмового реле (яке подібне до радянського реле РТ-80) буде 71,4 секунди (рис. Л.5).

Враховуючи той факт, що третій ступінь захисту може не працювати на відключення лінії, то після спрацювання струмового реле, струм в лінії продовжуватиме протікати. Тому вам потрібно припинити протікання струму

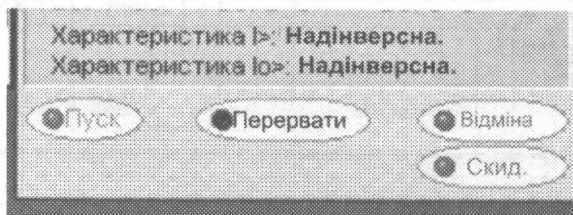


Рисунок Л.3 – Кнопки керування процесом моделювання

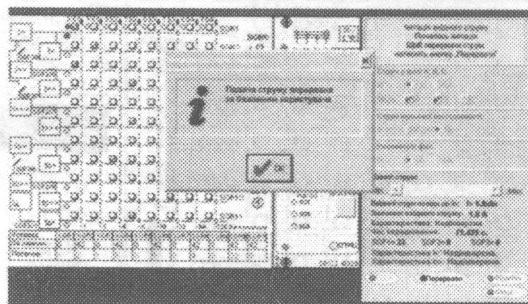


Рисунок Л.4 – Повідомлення про припинення подачі струму

Вхідний струм:

Min... 4 ... Max

Вхідний струм відносно In: $I = 1.8 \times I_n$

Значення вхідного струму: 1.8 A

Характеристика I>: Надінверсна.

Час спрацювання: 71.429 с.

SGF1=33 SGF2=0 SGF3=0

Характеристика I>: Надінверсна.

Характеристика I0>: Надінверсна.

☒ Пуск
 ☒ Перервати
 ☐ Вимина
 ☐ Склад

Рисунок Л.5 – Надінверсна характеристика

Встановлення контрольних сум ключів SGR

Після певної кількості натискань на кнопку «СКИД/КРОК» засвітиться світлодіод блока регістрів «SGR» (рис. М.1).



Рисунок М.1 – Червоним кольором світиться світлодіод «SGR»

Це дає вам можливість перейти в режим програмування вмісту цих регістрів.

Натисніть кнопку «Програм» і утримуйте її доти, доки не з'явиться зображення подвійної стрілки (рис. М.2).

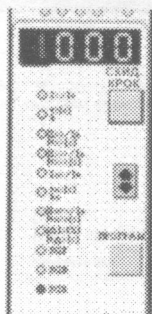


Рисунок М.2 – Подвійна стрілка

Перша червона цифра «1» означає перший восьми розрядний регістр **SGR1** із блока регістрів **SGR**. Цей регістр має вісім розрядів. Він дозволяє запрограмувати на який вид сигналу буде працювати реле струму третього ступеня **I>** триступеневого струмового захисту. Можливих напрямків сигналізації – вісім. А саме:

- перший розряд – SS1;
- другий розряд – TS1;
- третій розряд – SS2;
- четвертий розряд – TS2;
- п'ятий розряд – SS3;
- шостий розряд – TS3;
- сьомий розряд – SS4;
- восьмий розряд – TS4.

Вага кожного розряду у регістрах **SGR** цього блока регістрів така:

- перший розряд – SS1 – 1;
- другий розряд – TS1 – 2;
- третій розряд – SS2 – 4;
- четвертий розряд – TS2 – 8;
- п'ятий розряд – SS3 – 16;
- шостий розряд – TS3 – 32;
- сьомий розряд – SS4 – 64;
- восьмий розряд – TS4 – 128.

Короткочасно натискаємо на кнопку «Програм» і отримуємо таку віконну заставку (рис. М.3).

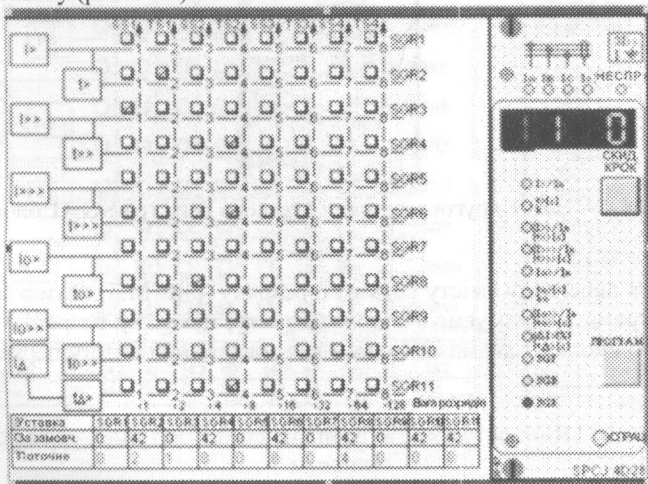


Рисунок М.3 – Вміст першого розряду першого регістра **SGR1** блока **SGR**

Зліва направо на дисплеї на рис. М.3 показані:

- червона цифра «1», яка означає перший номер регістра **SGR**;
- зелена цифра «1», яка означає перший номер розряду першого регістра **SGR**;
- зелена цифра «0», яка означає вміст першого номера розряду першого регістра **SGR**, а саме те, що сигнал про спрацювання струмового елемента **I** **не буде** поданий на вхід **SS1** блока сигналізації.

Натисніть кнопку «Програм» і перейдіть до другого розряду першого регістра **SGR1** блока **SGR**. Як бачимо, він також дорівнює «0», що також відповідає вимогам (рис. М.4). Тому змінювати його вміст також не потрібно.

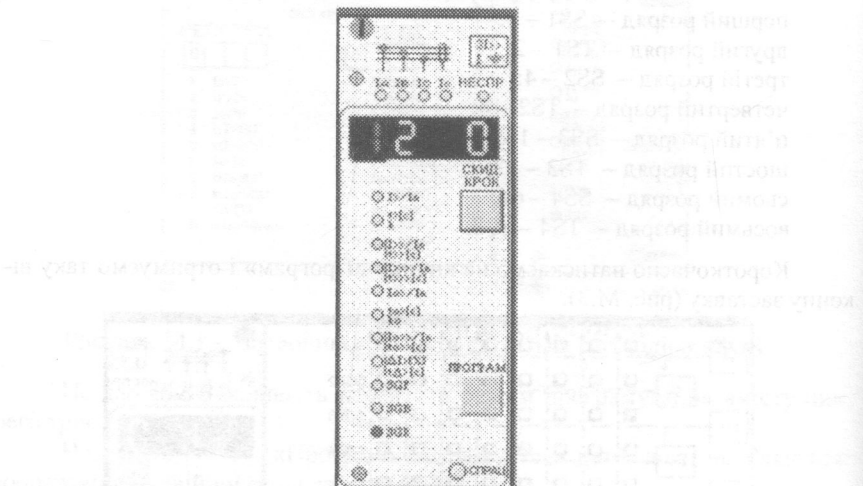


Рисунок М.4 – Вміст другого розряду першого регістра **SGR1** блоку **SGR**

Після перегляду вмісту восьмого розряду (рис. М.5) натискаємо кнопку «Програм» і отримуємо віконну заставку, показану на рис. М.6. Далі натискаємо кнопку з двома стрілками для збереження вмісту першого регістра.

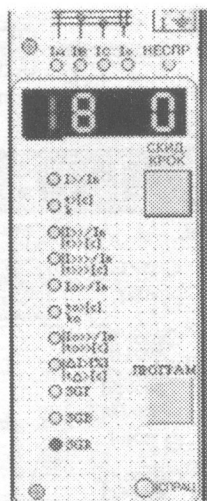


Рисунок М.5 – Вміст восьмого розряду першого регістра **SGR1** блока **SGR**

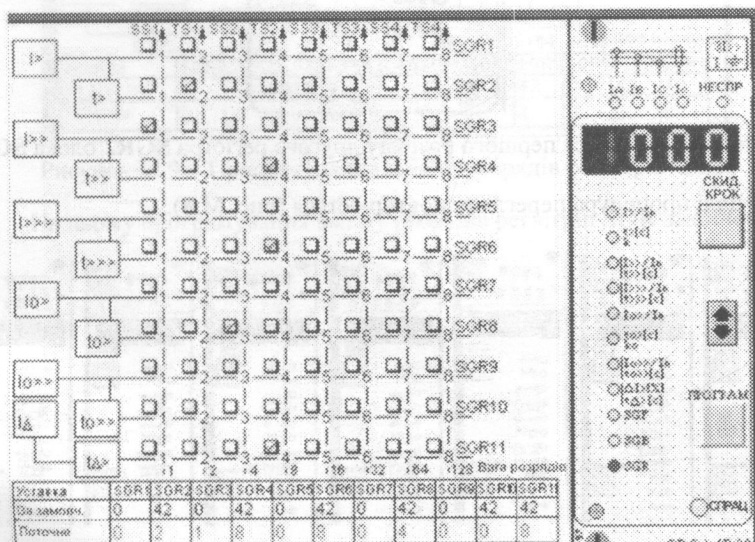


Рисунок М.6 – Вміст всіх розрядів першого регістра **SGR1** після програмування

Вміст першого розряду другого регістра **SGR2** блока **пока SGR**

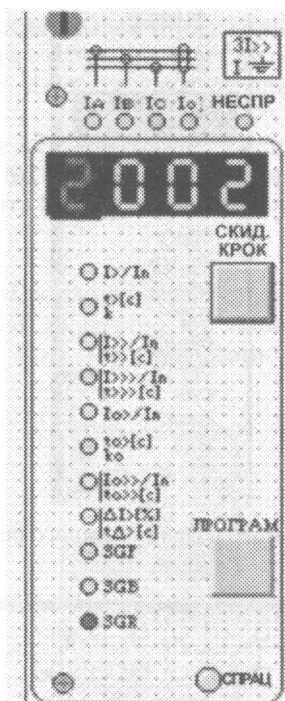


Рисунок М.7 – Вміст першого розряду другого регістра **SGR2** блока **SGR**

Далі процедура перегляду повторюється (рис. М.8).

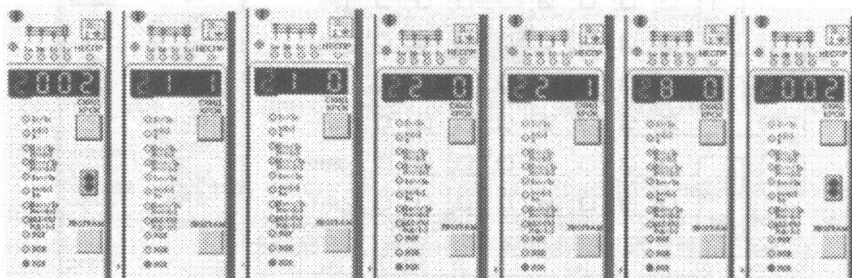


Рисунок М.8 – Програмування вмісту другого регістра **SGR2**

Процедуру програмування вмісту розрядів групи регістрів можна скоротити, якщо розставити позначки біля кожного розряду регістрів (рис. М. 9).

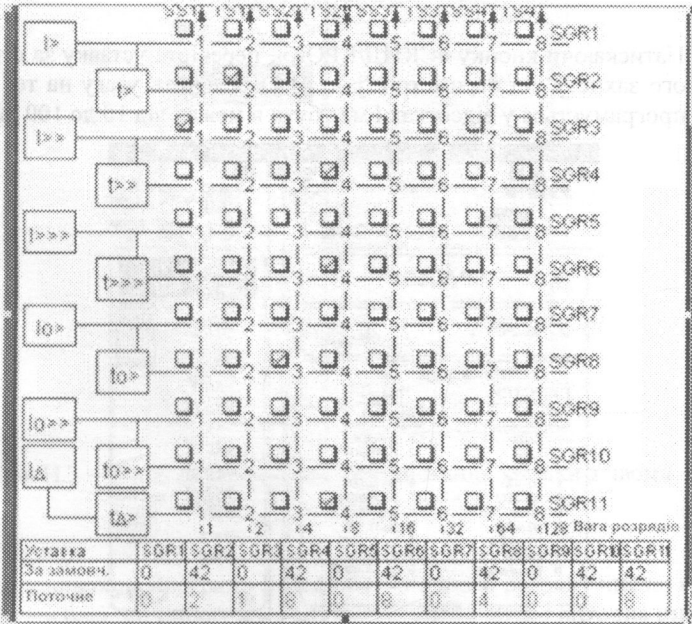


Рисунок М.9 – Програмування вмісту розрядів регістрів **SGR**

На цьому програмування вмісту розрядів регістрів **SGR** закінчено.

Додаток Н

Налаштування уставок спрацьовування захисту від несиметрії

1. Натискаючи кнопку «СКИД/КРОК», перевірте уставку за струмом струмового захисту від несиметрії (рис. Н.1). Зверніть увагу на те, що ця уставка програмується у відсотках і має бути в межах від 10 до 100 %.

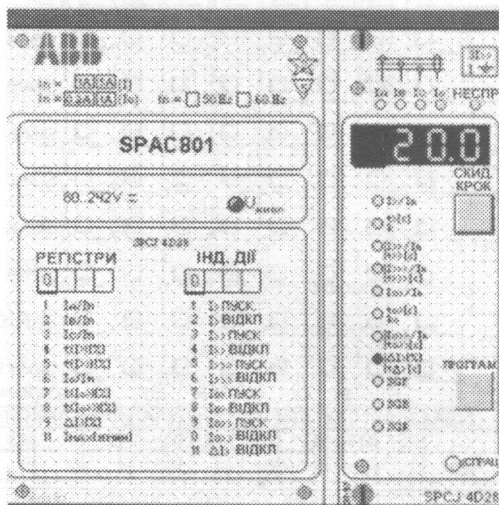


Рисунок Н.1 – Перевірка уставки ΔI струмового захисту від несиметрії

2. Якщо необхідно змінити поточну уставку, то натисніть і утримуйте кнопку «Програм» до появи зображення кнопки з двома стрілками (рис. Н.2)



Рисунок Н.2 – Вікно програмування уставки ΔI струмового захисту

3. Далі натисніть на кнопку з двома стрілками і отримайте віконну заставку, яка показана на рис. Н.3.



Рисунок Н.3 – Віконна заставка після натискання кнопки з двома стрілками

Далі кнопкою «Програм» перейдіть від одного розряду числа, яке показано на дисплеї, до іншого розряду цього числа. Якщо поточна цифра цього числа не відповідає потрібній, то змініть її, натискаючи на кнопку С/К.

Якщо в регістрі SGF 3 буде записана «1», то струмовий захист від несиметрії спрацює і програмуватись не буде (рис. Н.4)

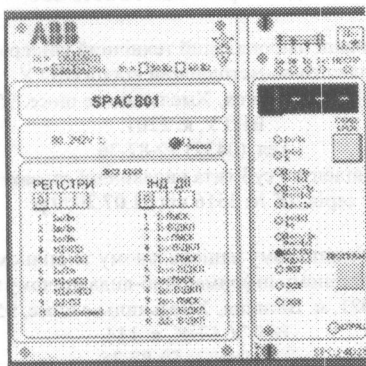


Рисунок Н.4 – Приклад неможливості програмування уставки ΔI

Навчальне видання

*Олександр Євгенійович Рубаненко
Владислав Олександрович Лесько
Олена Олександрівна Рубаненко*

**Програмно-логічні моделі
мікропроцесорних пристроїв захисту
серії SPAC 800**

Лабораторний практикум

Редактор В. Дружиніна
Коректор З. Поліщук

Оригінал-макет підготовлено О. Є. Рубаненко

Підписано до друку 18.02.2013.
Формат 29,7×42 ¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 8.4.
Наклад 75 прим. Зам. № 2013-036.

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано в Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-87-38.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.