

**ЦИФРОВА СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ
ПРИСТРОЇВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИКИ**

**Спеціальне програмне забезпечення "GRAN Test System - U"
пристрою "РЗА-ТЕСТЕР"**

Інструкція користувача

Версія 3.2

АНОТАЦІЯ

Розроблена цифрова система тестування призначена для налагодження та перевірки релейного захисту, автоматики та інших електротехнічних пристроїв, виконаних як на електромеханічній, так і на цифровій основі

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1. ТЕРМІНИ ТА ОСНОВНІ ПРАВИЛА РОБОТИ З ІНТЕРФЕЙСОМ ПРОГРАМИ....	13
2. СТРУКТУРА ПРОГРАМИ.....	19
2.1. Модуль	20
2.2. Об'єкт	20
2.3. Повідомлення системи про несправності "ПРИСТРОЮ"	24
2.4. Протокол	25
2.5. Конфігурація	29
2.5.1. Команда зв'язку з пристроєм нижнього рівня.....	30
2.5.2. Команда "Системні функції"	31
2.5.3. Команда "Мультиметр"	31
2.5.4. Команда "Вікно аналогових входів"	31
2.5.5. Команда "Вікно взаємних кутів".....	32
2.5.6. Команда "Аналогові входи"	32
2.5.7. Команда "Калібрування"	34
2.5.8. Команда "Порт обміну"	37
2.5.9. Команда "Графіка"	38
2.5.10. Команда "Автозбереження".....	39
2.5.11. Команда "Формування результату"	40
2.5.12. Команда "Звук"	40
2.5.13. Синхронізація пристроїв	40
2.5.13.1. Команда "Синхронізація від мережі"	41
2.5.13.2. Команда "Синхронізація від GPS"	41
2.5.13.3. Команда "Час старту режиму по GPS"	42
2.5.14. Команда "Джерело оперативного струму".....	43
2.5.15. Команда "Первинні координати"	44
2.5.16. Команда "Вторинні координати"	44
3. МОДУЛЬ "НЕЗАЛЕЖНЕ ДЖЕРЕЛО".....	45
3.1. Загальні положення	45
3.2. Сторінка "Конфігурація"	47
3.2.1. Поле "Пристрій"	48
3.2.2. Поле "Змінний струм"	48
3.2.3. Поле "Постійний струм"	49
3.2.4. Поле "Бінарні входи"	49
3.2.5. Поле "Бінарні виходи"	52
3.2.6. Стан бінарних входів та виходів	52
3.3. Сторінка "Векторна діаграма"	53
3.3.1. Формування фазних струмів та напруг.....	53
3.3.2. Режими формування фазних струмів та напруг	54
3.3.3. Режими запуску цифrogram	56
3.3.4. Формування сигналів постійного струму	57
3.4. Сторінка "Гармоніки"	59
3.4.1. Формування фазних струмів та напруг.....	59
3.4.2. Створення нового гармонічного сигналу	61
3.4.3. Запуск цифrogram з складним гармонічним сигналом.....	63
3.5. Сторінка "Цифrogramи"	63
3.5.1. Формування фазних струмів та напруг.....	64

3.5.2. Запуск цифрограм.....	68
3.6. Сторінка "Зміна координат"	69
3.6.1. Формування зміни змінних напруг та струмів.....	69
3.6.2. Формування зміни постійних напруг та струмів	70
3.6.3. Запуск цифрограм.....	71
3.7. Сторінка "Складний режим".....	71
3.7.1. Формування складного режиму.....	72
3.7.2. Запуск цифрограми складного режиму	74
3.8. Сторінка "Результати".....	75
4. МОДУЛЬ "ДИСТАНЦІЙНИЙ ЗАХИСТ"	77
4.1. Загальні положення	77
4.2. Сторінка "Конфігурація"	78
4.3. Сторінка "Модель".....	78
4.4. Модель електричної мережі	79
4.4.1. Модель заданого опору системи ($Z_S = \text{const}$).....	82
4.4.2. Модель заданого струму ($I = \text{const}$)	83
4.4.3. Модель заданої напруги ($U = \text{const}$)	85
4.5. Сторінка "Імпедансна площа".....	86
4.5.1. Поле "Імпедансна площа"	87
4.5.2. Поле "Фіксований параметр".....	90
4.5.3. Поле "Вид пошкодження"	91
4.5.4. Поле "Тестова точка"	91
4.5.5. Поле "Зона спрацювання"	91
4.5.6. Поле "Контакт".....	91
4.5.7. Поля "Бінарні входи", "Бінарні виходи"	91
4.5.8. Побудова (вибір) зон спрацювання	92
4.5.9. Перевірка зон спрацювання в режимі множини точок.....	98
4.5.10. Дані формату RIO та XRIO	100
4.5.11. Запуск цифрограм.....	101
4.6. Сторінка "Векторна діаграма".....	103
4.7. Сторінка "Гармоніки"	104
4.8. Сторінка "Цифрограми"	104
4.9. Сторінка "Хитання".....	104
4.10. Сторінка "Складний режим".....	109
4.11. Сторінка "Результати".....	110
5. МОДУЛЬ "СТРУМОВИЙ ЗАХИСТ"	111
5.1. Сторінка "Конфігурація"	111
5.2. Сторінка "Параметри захисту".....	112
5.3. Сторінка "Характеристики реле"	113
5.4. Сторінка "Перевірка"	120
5.5. Сторінка "Векторна діаграма".....	124
6. МОДУЛІ ГРУПИ "ПРОСТІ РЕЛЕ"	127
6.1. Загальні положення	127
6.2. Модуль "Реле струму".....	127
6.2.1. Сторінка "Конфігурація".....	127
6.2.2. Сторінка "Перевірка"	128
6.2.3. Сторінка "Протоколювання"	130
6.3. Модуль "Реле напруги"	131
6.4. Модуль "Проміжні реле"	132

6.5. Модуль "Реле частоти"	134
6.6. Модуль "Реле потужності"	135
6.6.1. Сторінка "Конфігурація"	135
6.6.2. Сторінка "Параметри реле"	136
6.6.3. Сторінка "Перевірка"	137
6.7. Модуль "Диференційне реле"	143
6.7.1. Сторінка "Конфігурація"	143
6.7.2. Сторінка "Параметри реле"	144
6.7.3. Сторінка "Характеристики"	146
6.7.4. Сторінка "Перевірка"	150
6.7.5. Сторінка "Векторна діаграма / Гармоніки"	154
7. МОДУЛЬ "СИНХРОНІЗАТОР"	155
7.1. Сторінка "Конфігурація"	155
7.2. Сторінка "Параметри синхронізатора"	156
7.3. Сторінка "Перевірка"	158
7.4. Здійснення перевірки синхронізатора	166
8. МОДУЛЬ "НЕЗАЛЕЖНА ЧАСТОТА"	169
8.1. Сторінка "Конфігурація"	169
8.2. Сторінка "Векторна діаграма"	170
8.3. Сторінка "Результати"	171
8.4. Перевірка реле частоти УРЧ-3М-С-02	171
9. МОДУЛЬ "ОСЦИЛОГРАФ"	177
9.1. Загальні положення	177
9.2. Головне меню модуля	177
9.2.1. Меню "Файл"	178
9.2.1.1. Команда "Часові сигнали"	178
9.2.1.1.1. Локальне меню вікна відображення сигналів	184
9.2.1.1.2. Команда "Редагування сигналів"	184
9.2.1.1.3. Команда "Коментар"	185
9.2.1.1.4. Команда "Діапазон"	185
9.2.1.1.5. Команда "Масштаб підвікна"	186
9.2.1.1.6. Команда "Локальна конфігурація"	187
9.2.1.1.7. Команда "Таблична форма"	187
9.2.1.2. Команда "Годограф"	188
9.2.1.3. Команда "Годограф опору"	191
9.2.1.4. Побудова (вибір) зон спрацювання	192
9.2.1.5. Команда "Синтез"	193
9.2.1.6. Команда "Зберегти як (*.GRN)"	196
9.2.1.7. Команда "Завантажити (*.GRN)"	196
9.2.1.8. Команда "Експорт в COMTRADE"	196
9.2.1.9. Команда "Копіювання в буфер обміну"	198
9.2.1.10. Команда "Друк"	198
9.2.1.11. Команда "Вихід"	199
9.2.2. Меню "Відображення"	199
9.2.3. Меню "Функції"	200
9.2.3.1. Функція "Вибір відрізка"	201
9.2.3.2. Функція "Горизонтальне переміщення"	202
9.2.3.3. Функція "Вертикальне переміщення"	202
9.2.3.4. Функція "Довільне переміщення"	202
9.2.3.5. Функція "Вибір за рамкою"	203

9.2.3.6. Функція "Маркер"	203
9.2.3.7. Функція "Подвійний маркер"	205
9.2.3.8. Функція "Миттєві значення"	207
9.2.3.9. Функція "Гармонічний аналіз"	207
9.2.3.10. Функція "Симетричні складові"	211
9.2.3.11. Функція "Симетричні складові в часі"	214
9.2.3.12. Функція "Активна та реактивна потужність"	216
9.2.4. Меню "Конфігурація"	217
9.2.4.1. Команда "Конфігурація"	218
9.2.4.2. Команда "Автоматичне збереження конфігурації"	227
9.2.5. Меню "Вікна"	227
10. МОДУЛЬ "МРЗС-05М"	230
10.1. Загальні положення	230
10.2. Приєднання пристрою МРЗС-05М для перевірки	230
10.3. Сторінка "Конфігурація"	231
10.4. Сторінка "Уставки пристрою"	232
10.5. Сторінка "Похибки"	234
10.6. Сторінка "Бінарні сигнали"	236
10.6.1. Підсторінка "Дискретні входи"	236
10.6.2. Підсторінка "Дискретні виходи"	238
10.6.3. Підсторінка "Світлодіодна індикація"	239
10.6.4. Підсторінка "Визначені функції"	240
10.7. Сторінка "Сценарій"	241
10.8. Перевірка пристрою МРЗС	242
10.8.1. Перевірка максимального струмового захисту	243
10.8.1.1. Характеристика спрацювання / повернення	243
10.8.1.2. Часова характеристика	243
10.8.1.3. Перевірка прискорення МСЗ та прискореного МСЗ	244
10.8.1.4. Перевірка блокування МСЗ	245
10.8.2. Перевірка захисту від замикань на землю	246
10.8.2.1. Перевірка струмового органу	247
10.8.2.2. Перевірка органу напруги	247
10.8.2.3. Перевірка органу спрямування потужності	247
10.8.2.4. Часові характеристики	248
10.8.3. Перевірка АПВ	248
10.8.4. Запуск пристрою для перевірки	250
11. МОДУЛЬ "МРЗС-05Л"	251
11.1. Загальні положення	251
11.2. Приєднання пристрою МРЗС-05Л для перевірки	251
11.3. Сторінка "Конфігурація"	251
11.4. Сторінка "Захист"	253
11.5. Сторінка "Автоматика"	255
11.6. Сторінка "Бінарні сигнали"	256
11.6.1. Сторінка "Дискретні входи"	256
11.6.2. Сторінка "Дискретні виходи"	258
11.6.3. Сторінка "Світлодіодна індикація"	259
11.6.4. Сторінка "Означені функції"	260
11.6.5. Сторінка "Функціональні кнопки"	261
11.7. Сторінка "Реєстратори"	262

11.8. Сторінка "Похибки".....	263
11.9. Сторінка "Сценарій"	265
11.10. Перевірка пристрою МРЗС	266
11.10.1. Перевірка максимального струмового захисту	267
11.10.1.1. Характеристика спрацювання / повернення.....	267
11.10.1.2. Часова характеристика	268
11.10.2. Перевірка прискорення МСЗ та прискореного МСЗ.....	269
11.10.3. Перевірка захисту від замикань на землю (ЗЗ).....	270
11.10.3.1. Перевірка пускового органу ЗЗ.....	271
11.10.3.2. Часові характеристики ЗЗ	271
11.10.4. Перевірка захисту оберненої послідовності (ЗОП).....	271
11.10.4.1. Перевірка пускового органу ЗОП.....	272
11.10.4.2. Перевірка часової характеристики ЗОП	273
11.10.4.3. Перевірка блокування ЗОП.....	273
11.10.5. Перевірка АПВ.....	273
11.10.6. Перевірка ПРВВ	275
11.10.6.1. Перевірка пускового органу ПРВВ	276
11.10.6.2. Перевірка часових органів ПРВВ	276
11.10.7. Запуск перевірки МРЗС-05Л.....	276
12. МОДУЛЬ "ДЖЕРЕЛО З ДВОХ ПРИСТРОЇВ"	279
12.1. Сторінка "Конфігурація"	279
12.2. Сторінка "Векторна діаграма"	280
12.3. Сторінка "Результати"	281

ВСТУП

Цифрова система тестування має дворівневу ієрархічну структуру. Верхній рівень створений на основі стандартного портативного комп'ютера (ПК). На нижньому рівні знаходиться спеціальний пристрій (надалі "ПРИСТРІЙ"), до якого безпосередньо під'єднується об'єкт, який перевіряється. Зв'язок між нижнім та верхнім рівнем здійснюється через порт USB або порт послідовної передачі даних RS-232.

Для оптимального функціонування системи верхнього рівня бажано забезпечити наступні характеристики ПК:

- тактова частота центрального процесора не менше, ніж 600 МГц;
- обсяг оперативної пам'яті не менше, ніж 128 Мб;
- роздільна здатність режиму монітора не менше, ніж 1024x768 пікселів;
- наявність USB порта або послідовного COM порта;
- операційна система Windows XP, Windows 2000, Windows Vista, Windows 7. При застосуванні інших операційних систем, наприклад, Windows 95, Windows 98, Windows Me можливі збої у функціонуванні програми верхнього рівня.

На верхньому рівні цифрової тестової системи виконуються наступні задачі:

- здійснюється керування пристроєм нижнього рівня;
- задаються параметри перевірки конкретного пристрою РЗА;
- формуються цифрограми перевірки;
- відображаються результати перевірки та здійснюється їхній аналіз;
- здійснюється архівування результатів перевірки.

На нижньому рівні реалізуються наступні функції:

- здійснюється первинна обробка цифрограм перевірки;
- генеруються аналогові сигнали трьох струмів та трьох напруг;
- контролюється стан дискретних входів об'єкту перевірки;
- здійснюється реєстрація часових інтервалів.

В даній інструкції описується спеціальне програмне забезпечення для цифрової системи тестування, яке ініціалізоване на верхньому рівні системи – на ПК.

Спеціальне програмне забезпечення "GRAN Test System" призначене для пристрою "РЗА-ТЕСТЕР", розробленого АТ "ЮНІТІ"

1. ТЕРМІНИ ТА ОСНОВНІ ПРАВИЛА РОБОТИ З ІНТЕРФЕЙСОМ ПРОГРАМИ

Інтерфейс програми – це набір засобів керування роботою програми. Він складається з окремих елементів керування та елементів відображення інформації.

Клацнути – виконати однократне натиснення лівої клавіші "миші". Клацнути на певному елементі керування означає, що спочатку необхідно перемістити курсор "миші" до вибраного елемента, а потім натиснути ліву клавішу "миші".

Двічі клацнути - виконати подвійне швидке натиснення лівої клавіші "миші", інтервал між двома натисненнями повинен бути мінімальний.

Натиснути комбінацію клавіш – означає спочатку натиснути першу клавішу комбінації на клавіатурі, а потім утримуючи цю клавішу натисненою, виконати натиснення другої клавіші комбінації.

Активізувати елемент керування (вибрати елемент керування, надати йому фокус). Це можна здійснити за допомогою маніпулятора "миші" або за допомогою клавіатури. За допомогою "миші" спочатку курсор підводиться до потрібного елемента керування та натискається ліва клавіша "миші". За допомогою клавіатури для вибору потрібного елемента керування необхідно шляхом натиснення клавіші табуляції <Tab> чи комбінації клавіш <Shift + Tab> перемістити фокус вводу від активного елемента до потрібного. Натиснення клавіші <Tab> приводить до вибору наступного елемента керування, <Shift+Tab> - попереднього.

Перемістити – виконати переміщення за допомогою "миші". Для цього спочатку необхідно перевести курсор "миші" до елемента, який переміщається, потім натиснути ліву клавішу "миші" і утримуючи її натиснутою, перемістити елемент в необхідне місце та відпустити клавішу "миші".

Виділити фрагмент – операція, призначена для виділення фрагмента тексту або фрагмента графічного зображення. Для виділення фрагмента необхідно перемістити курсор "миші" до початку виділення, натиснути ліву клавішу "миші" та, не відпускаючи, перемістити її до кінця виділення і відпустити клавішу "миші".

Піктограма – умовне графічне зображення певної команди, наприклад, зображення команди віконного меню, або зображення команд, розміщених на панелі інструментів (рис. 1.1).

Вікно – стандартний об'єкт системи WINDOWS, в якому відображається інформація (рис. 1.1) і який є основою для інших елементів інтерфейсу. Є декілька типів вікон:

- головне вікно програми;
- модальні вікна;
- немодальні вікна;
- діалогові вікна.

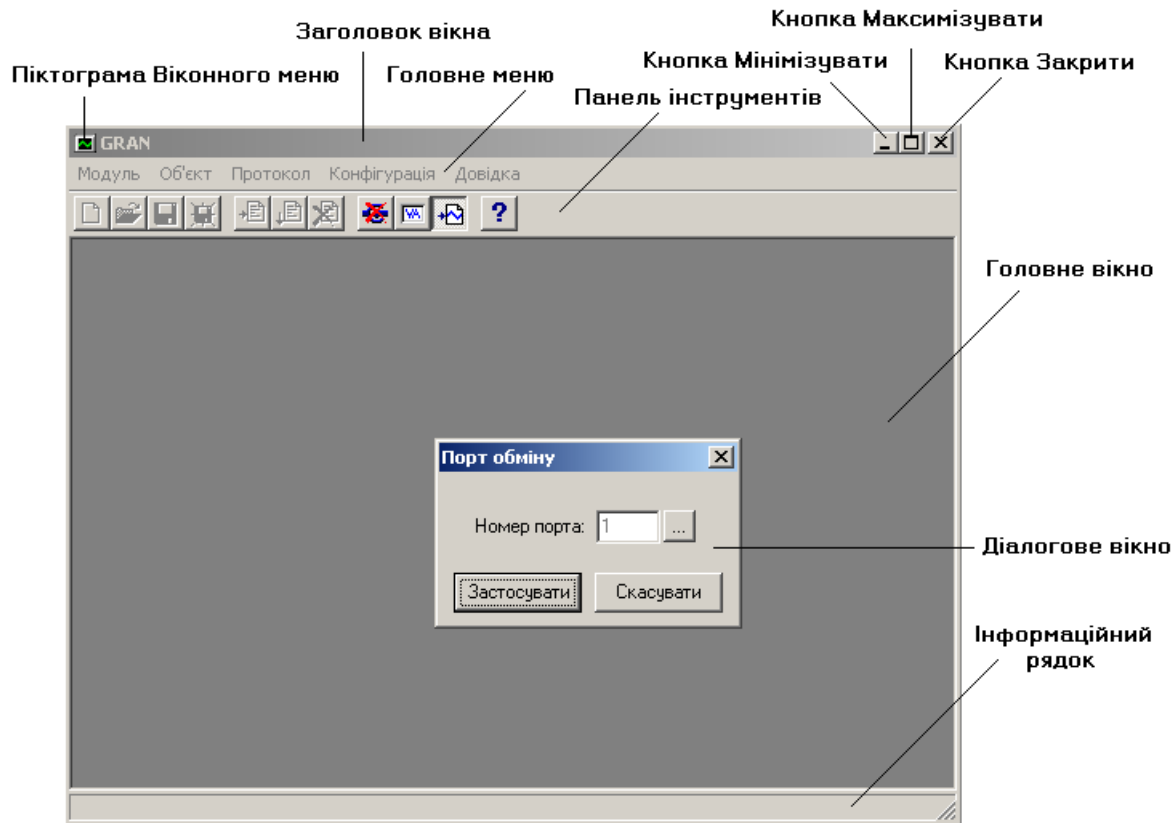


Рис. 1.1. Головне та діалогове вікна програми

Під час завантаження програми відкривається головне вікно і можуть відкриватися інші дочірні вікна програми. Під час закриття головного вікна – здійснюється вихід з програми.

Якщо відкривається модальне вікно, тоді це вікно отримує фокус і керування можна здійснювати тільки у ньому, а для роботи з іншими вікнами програми необхідно це вікно закрити.

Якщо вікно є немодальним, можна встановити фокус на інше вікно, не закриваючи дане немодальне вікно.

Діалогові вікна призначені для задання чи зміни певних параметрів. Діалогові вікна є модальними і містять кнопки "Застосувати" та "Скасувати", натиснення яких приводить до закриття вікна і для підтвердження чи скасування введених змін (відповідно кнопки "Застосувати" та "Скасувати").

Будь-яке вікно містить заголовок, в якому відображена назва вікна; кнопок керування вікном в правій частині заголовка; віконне меню з переліком команд керування вікном та клієнтну частину, у якій відображені інші елементи інтерфейсу. За допомогою кнопок керування можна здійснювати мінімізацію немодального вікна (згортання до розміру піктограми), максимізацію немодального вікна (розгортання до розміру екрану), відновлення попереднього розміру немодального вікна, закриття вікна та виклик допомоги. Ці ж функції можна здійснювати і за допомогою відповідних команд віконного меню, яке викликається або за допомогою "миші", шляхом натиснення кнопки "миші" на

пиктограмі в лівій частині заголовка вікна, або за допомогою клавіатури, шляхом натиснення комбінації клавіш **<Alt+BackSpace>**.

За допомогою заголовка можна виконувати переміщення вікна по екрану дисплея. Дану функцію можна також здійснювати за допомогою відповідних команд віконного меню.

Якщо вікно є неmodalним, можна змінювати його розмір за допомогою "миші" або команд віконного меню. Щоб змінити розмір вікна за допомогою "миші", необхідно підвести курсор до кромки вікна (при цьому курсор "миші" змінить свою форму), натиснути ліву клавішу і, тримаючи її натиснутою, перемістити курсор у напрямку потрібної зміни розміру.

Головне меню – набір пунктів меню, кожен з яких містить підменю з набором команд (рис. 1.2). Управління головним меню може здійснюватись за допомогою "миші" або за допомогою клавіатури. Для того, щоб вибрати потрібний елемент меню, до нього необхідно підвести курсор та натиснути ліву клавішу "миші". За допомогою клавіатури управління здійснюється наступним чином. Спочатку натискається клавіша **<F10>**, після цього за допомогою клавіш з стрілками вибирається потрібний пункт чи команда меню та натискається клавіша **<Enter>**. Крім того, деякі команди можна виконати безпосередньо, використовуючи клавіші швидкого виклику. Якщо команда може виконуватись за допомогою клавіші швидкого виклику, тоді назва цієї клавіші чи комбінації клавіш буде відображатися справа від назви пункту меню, наприклад, **"Вихід Alt+X"** (рис. 1.2).

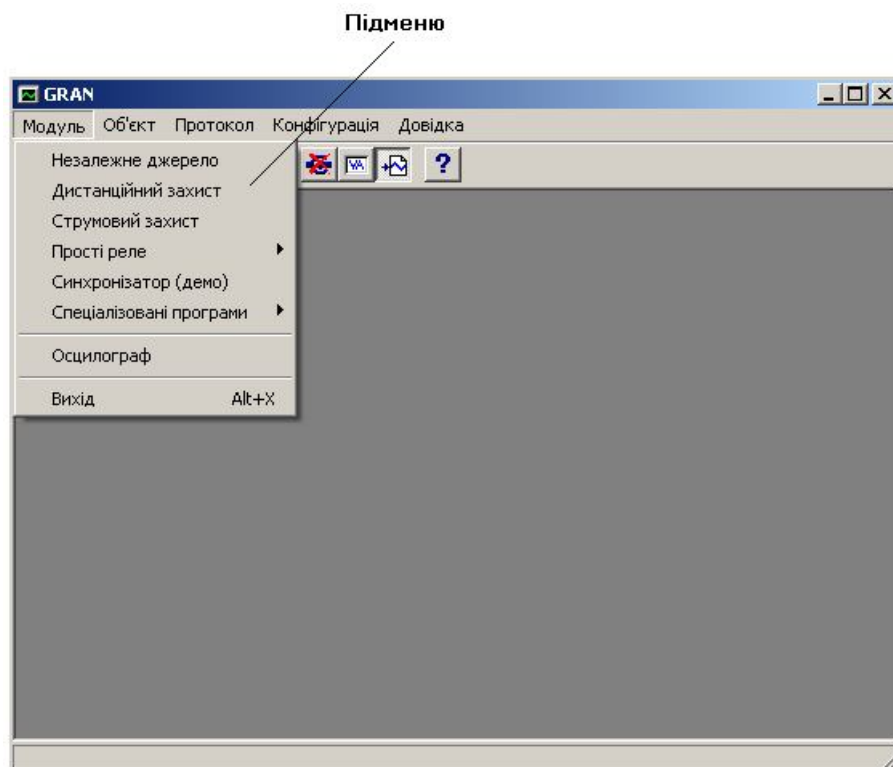


Рис. 1.2. Підменю головного меню програми

Локальне меню – набір команд, які стосуються вибраного об'єкту. Це меню відкривається шляхом натиснення правої клавіші "миші". Курсор при цьому повинен знаходитись на вибраному об'єкті. Структура та керування локальним меню є аналогічним підменю головного меню.

Панель інструментів – набір кнопок з піктограмами, за допомогою яких можна виконати певні команди (рис. 1.1). Як правило, це найбільш вживані команди з переліку команд головного меню.

Інформаційний рядок – область в нижній частині вікна для відображення певної інформації.

Скролінг – смуга протягання. Це є стандартний елемент керування системи Windows. Розрізняють вертикальний та горизонтальний скролінги (рис. 1.3). Елементами керування скролінга є повзунок та кнопки зі стрілками. Повзунок вказує на відносне положення та може відображати пропорцію видимої у вікні інформації стосовно всього обсягу інформації. Переміщення повзунка по смугі дає змогу користувачу прокручувати всю інформацію. Прокручувати інформацію у вікні можна і за допомогою кнопок зі стрілками. В цьому випадку прокручування буде здійснюватись дискретно з певним кроком. Стрілки кнопок вказують напрям прокрутки. Прокрутку можна здійснювати з більшим кроком дискретизації, клацаючи на смугі прокрутки між повзунком та кнопкою зі стрілкою.

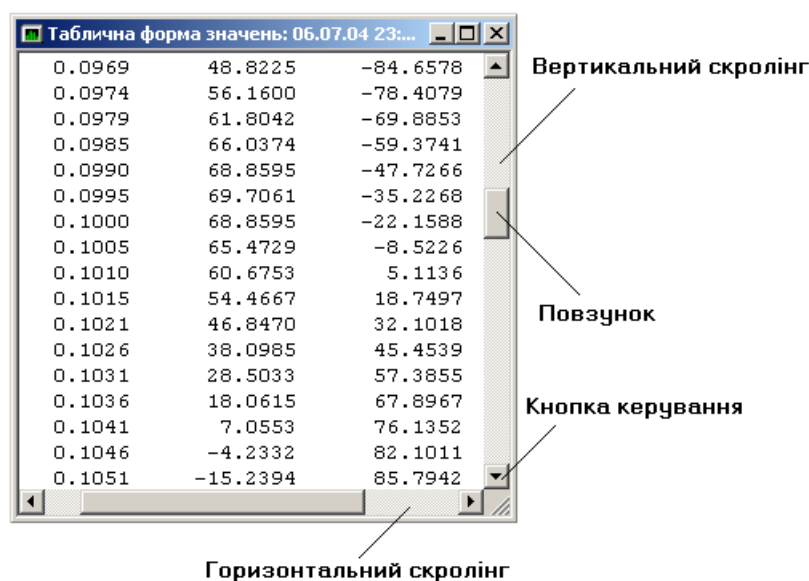


Рис. 1.3. Вертикальний та горизонтальний скролінги

Закладка сторінки – призначена для групування за функціональною ознакою елементів керування та відображення інформації у вікні. У вікні відображаються тільки елементи активної (вибраної) сторінки. Перехід на іншу сторінку можна здійснити за допомогою "миші" або клавіатури. За допомогою "миші" – необхідно курсор підвести до потрібної закладки і клацнути на ній. Перехід за допомогою клавіатури здійснюється шляхом натиснення комбінації клавіш, <Ctrl+Tab> до тих пір, поки не буде вибрана потрібна сторінка.

Групове поле – призначене для групування набору елементів керування та елементів відображення інформації у вікні (рис. 1.4).

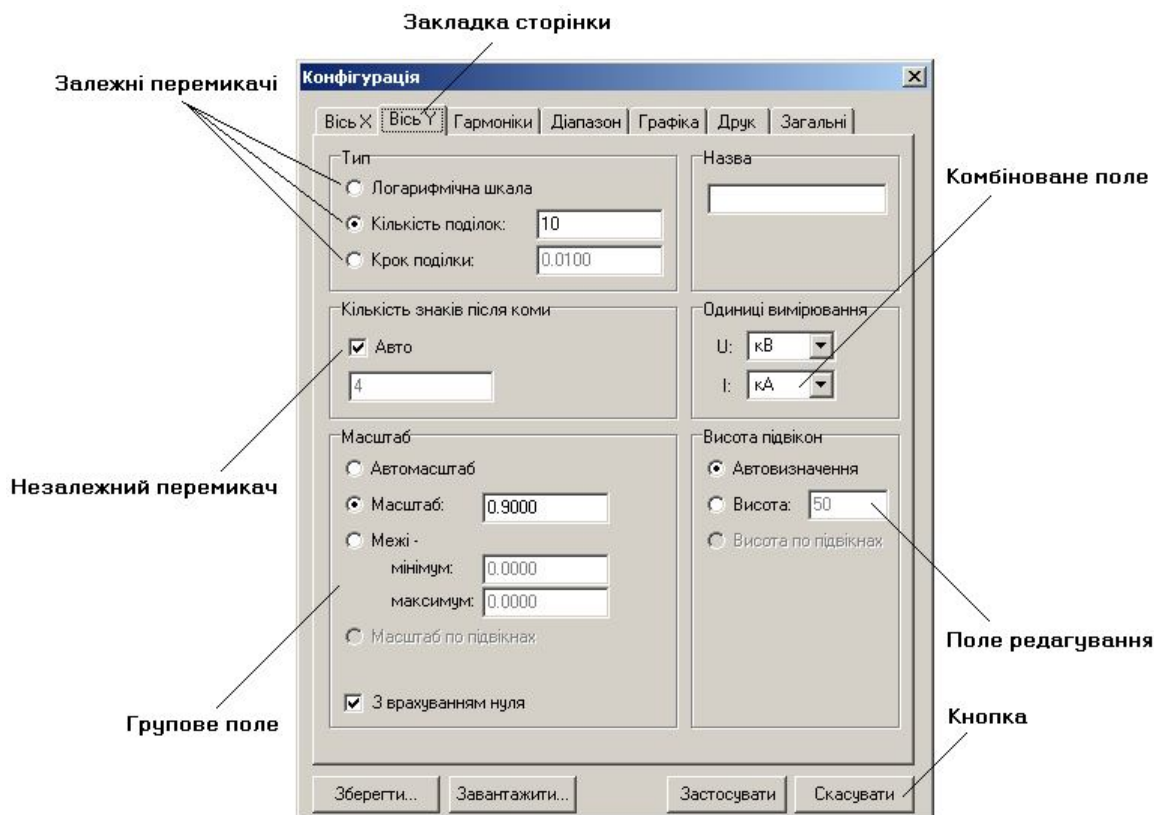


Рис. 1.4. Діалогове вікно з елементами керування та відображення

Поле редагування – це поле, в якому можна відображати чи редагувати однорядковий текст (див. рис. 1.4). Для роботи з цим полем його необхідно активізувати. Після активізації у ньому за допомогою клавіатури необхідно ввести потрібний текст чи відредагувати вже існуючий.

Поле відображення – аналогічне полю редагування, але призначене тільки для відображення однорядкового тексту.

Кнопка – елемент керування, призначений для виконання певної команди. Для виконання команди необхідно клацнути на кнопці (див. рис. 1.4).

Перемикач незалежний – елемент керування (див. рис. 1.4), призначений для активізації певного режиму. Активізований перемикач позначений зображенням "галочки", а в неактивізованому перемикачі зображення "галочки" відсутнє. Зміна режиму здійснюється клацанням на перемикачі. Цю операцію можна здійснити і за допомогою клавіатури. Для цього спочатку необхідно вибрати перемикач і натиснути клавішу <Space Bar>.

Перемикач залежний – елемент керування (див. рис. 1.4), призначений для активізації певного режиму. На відміну від незалежного перемикача, залежні перемикачі об'єднуються в групу перемикачів. Серед перемикачів групи може бути активний тільки один. Для активізації перемикача необхідно клацнути по ньому. Активний перемикач

позначений зображенням крапки. Керування за допомогою клавіатури здійснюється подібно, як і для незалежного перемикача.

Комбіноване поле – містить поле відображення та список з переліком певних однорядкових текстів (рис. 1.5). Для вибору потрібного тексту зі списку необхідно підвести курсор до кнопки з зображенням стрілки та натиснути ліву клавішу миші – відкриється список з переліком текстів. З цього списку за допомогою курсора необхідно вибрати потрібний текст та натиснути ліву клавішу "миші" – вибраний текст відобразиться в полі відображення. Вибір за допомогою клавіатури здійснюється наступним чином: після активізації елемента натиснути клавішу <Space bar> (прогалина), відкриється список з переліком однорядкових текстів, з якого необхідно вибрати відповідний текст, переміщаючи курсор клавішами <Стрілка вниз> та <Стрілка ввєрх> і натиснути клавішу <Enter>.

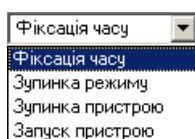


Рис. 1.5. Комбіноване поле

Поле списку – поле, в якому відображений список однорядкових текстів. Вибір потрібного тексту здійснюється аналогічно як і в комбінованому полі. Якщо список не поміщається у полі, гортання списку можна здійснювати за допомогою вертикального скролінга.

Таблиця даних – поле, в якому в табличній формі по рядках та стовпцях у комірках відображається певна інформація. В комірках таблиці може міститись текстова інформація або елементи керування (рис. 1.6). Інформація у комірках таблиці може редагуватися або тільки відображатися. Для редагування необхідно спочатку активізувати комірку, а потім за допомогою клавіатури внести відповідні зміни.

Nº	R, Ом	X, Ом	Z, Ом	Phi Z, °	
1	-18.560	9.695	20.939	152.418	
2	32.410	57.341	65.866	119.476	
3	-5.263	25.208	25.751	101.793	
4	27.424	41.274	49.554	56.399	
5	36.288	55.679	66.460	56.906	
6	-57.341	19.668	60.620	161.068	

Рис. 1.6. Таблиця даних

Цифрограма – запис в цифровій формі множини сигналів – струмів, напруг, стану бінарних входів тощо.

Підвікна відображення сигналів – окремі поля вікна для відображення сигналів.

Більш детальну інформацію по роботі з інтерфейсом Windows програми можна отримати з довідки операційної системи Windows.

2. СТРУКТУРА ПРОГРАМИ

Після запуску програми на екран монітора ПК виводиться головне вікно з меню (рис. 2.1).

Головне меню, яке розміщене у верхній частині вікна, складається з наступних пунктів:

- *"Модуль"*. Дає можливість формувати трифазні системи напруг та струмів різної конфігурації в залежності від об'єкту перевірки. Передбачена можливість роботи з наступними модулями: *"Незалежне джерело"*, *"Дистанційний захист"*, *"Струмовий захист"*, *"Прості реле"*, *"Синхронізатор"*, *"Спеціалізовані програми"*, *"Осцилограф"*;
- *"Об'єкт"*. Дає можливість записувати, завантажувати файл, в якому зберігається інформація про перевірку конкретного пристрою РЗА. Формат файлу залежить від типу модуля перевірки;
- *"Протокол"*. Формування протоколу результатів випробування досліджуваного пристрою РЗА за заданою формою з подальшим зберіганням його в бібліотеці або виводом на друк;
- *"Конфігурація"*. Дає можливість калібрувати напругові та струмові канали пристрою, програмно під'єднувати (від'єднувати) "ПРИСТРІЙ" до ПК, задавати порт обміну, задавати (відмінити) режим автозбереження файлу даних про об'єкт, коригувати параметри графіки, задавати режим автоматичного формування результатів перевірки тощо;
- *"Довідка"*. Дає можливість користувачу звернутися до електронної версії даної інструкції.

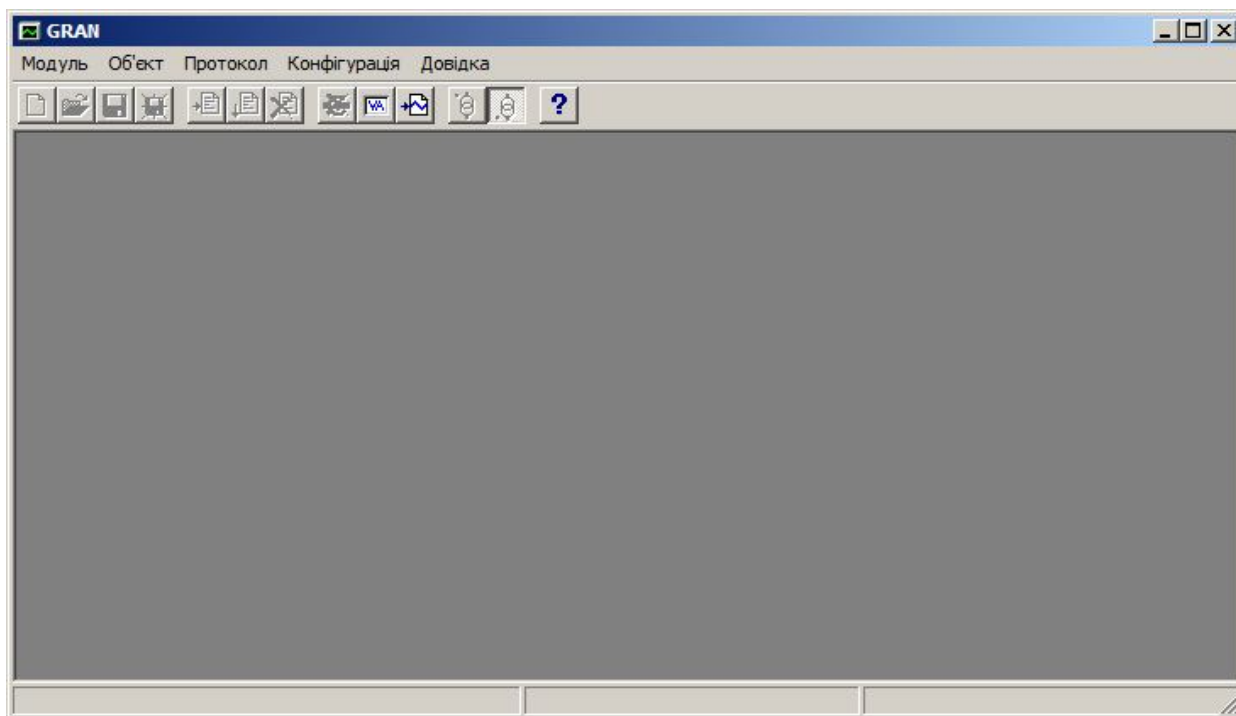


Рис. 2.1. Головне вікно програми

Деякі команди головного меню можна викликати безпосередньо з панелі інструментів.

2.1. Модуль

Для налагодження та перевірки пристроїв РЗА в програмному забезпеченні передбачені окремі модулі, які дають можливість користувачу формувати трифазні системи напруг та струмів різної форми та мати зручний інтерфейс для роботи в залежності від пристрою, який перевіряється. Модуль відображається у відповідному вікні. Кожен модуль складається з взаємозв'язаних підсистем, розміщених на окремих сторінках вікна.

Після вибору пункту меню "Модуль" на екран монітора ПК виводиться підменю з переліком модулів, які реалізовані в системі (рис. 2.2). Детально інформацію про конкретні модулі для перевірки пристроїв РЗА подано в наступних розділах.

Також передбачений окремий модуль "Осцилограф" для аналізу цифrogram, отриманих з різних джерел, які записані у цифровій формі в певному форматі (про це детально відзначено в розділі 9).

Виконання останньої команди "Вихід" дає можливість завершення роботи з програмою.

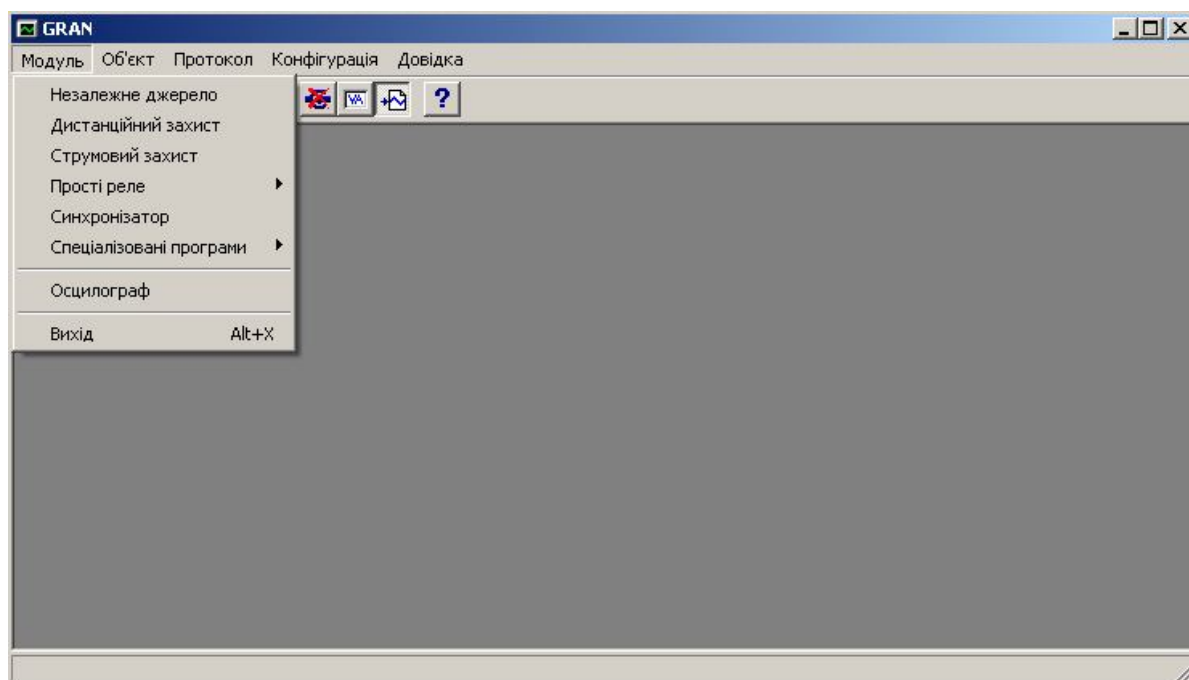


Рис. 2.2. Команди меню "Модуль"

2.2. Об'єкт

В даному програмному забезпеченні під об'єктом розуміють файл, в якому зберігається інформація, сформована в конкретному модулі.

Для кожного об'єкту інформація зберігається у файлі в певному форматі, в залежності від модуля:

- модуль "Незалежне джерело" – *.gnr;
- модуль "Дистанційний захист" – *.dys;

- модуль "Осцилограф" – *.tgr, *.cfg, *.fls, *.fa2, *.epk, *.fg;
- модуль "Струмовий захист" – *.ovc;
- модуль "Прості реле" ("Проміжні реле" – *.smr);
- модуль "Прості реле" ("Реле напруги" – *.vtr);
- модуль "Прості реле" ("Реле струму" – *.crr);
- модуль "Прості реле" ("Реле частоти" – *.frr);
- модуль "Прості реле" ("Реле потужності" – *.pwr);
- модуль "Прості реле" ("Диференційні реле" – *.dif);
- модуль "Синхронізатор" – *.syn;
- модуль "Спеціалізовані програми" ("Незалежна частота" – *.anf;
"MP3C-05M" – *.mrz).

Модулі є механізмами для створення окремих об'єктів (рис. 2.3). Ці механізми реалізовані на окремих сторінках вікна модуля. На кожній сторінці можуть бути сформовані окремі режими. Ці режими зберігаються в бібліотеці об'єкта.

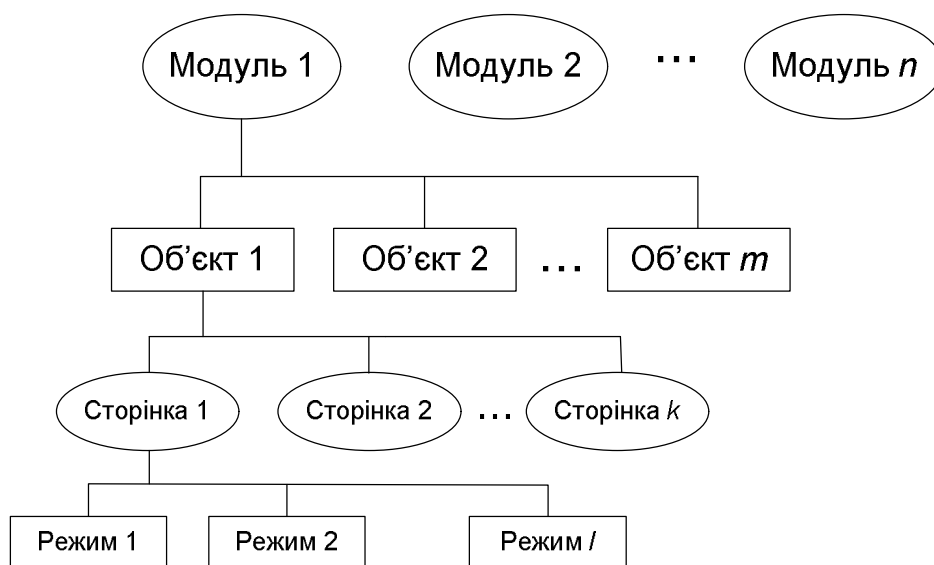





Рис. 2.3. Структура даних об'єкту

Пункт головного меню "Об'єкт" дає можливість користувачу працювати з бібліотеками, в яких зберігається інформація для перевірки пристроїв РЗА. Передбачена можливість створювати новий об'єкт, зберігати створений об'єкт під своїм або під іншим іменем, завантажувати з бібліотеки раніше створений об'єкт (рис. 2.4). Даний пункт меню буде доступний у разі активізації відповідного модуля. Меню "Об'єкт" містить наступні команди:

- "Новий" .

- "Завантажити" ;
- "Зберегти" ;
- "Зберегти як" .

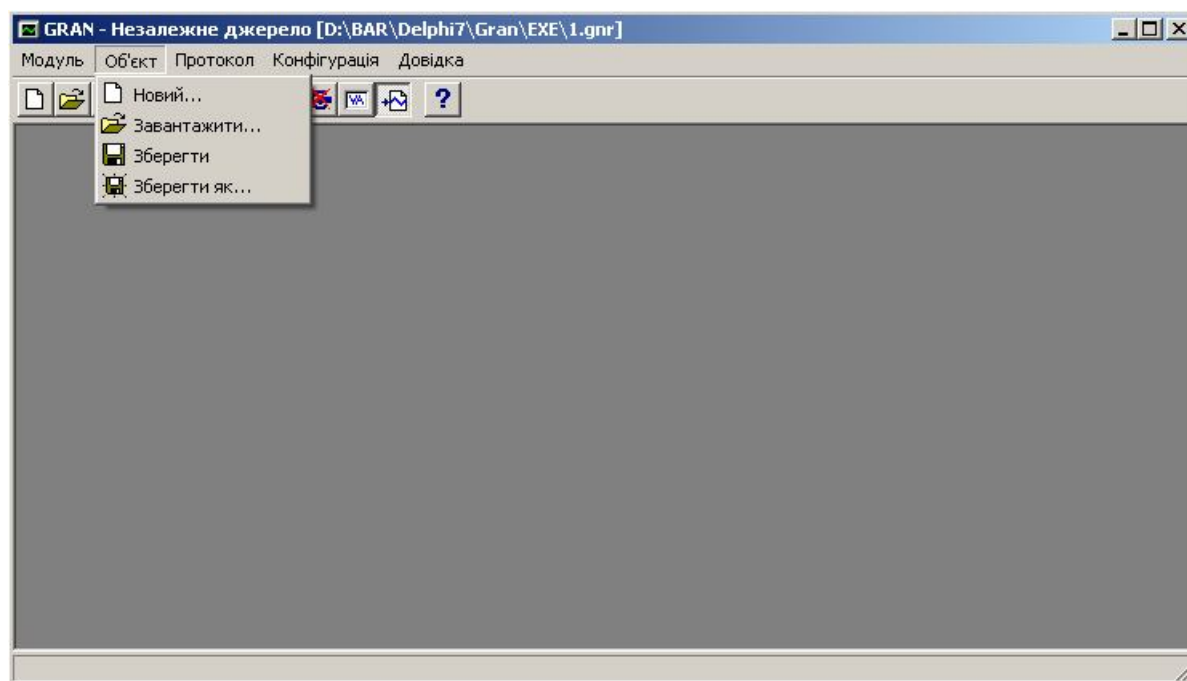





Рис. 2.4. Команди меню "Об'єкт"

Команда "Новий"  призначена для створення нового об'єкту в модулі. Після активізації даної команди попередній об'єкт закривається. Закриття залежить від режиму "Автозбереження" (див. п. 2.5.10).

Команда "Завантажити"  призначена для зчитування об'єкту. Після активізації даної команди відкриється діалогове вікно, в якому необхідно вибрати потрібний об'єкт. Після завантаження назва вибраного об'єкту буде відображена у заголовку головного вікна (див. рис. 2.4). Структура заголовку є наступною: *GRAN – <назва модуля> [<шлях та ім'я об'єкту>]*. Попередній об'єкт при цьому буде закритий. Як і в попередньому випадку, закриття залежить від режиму "Автозбереження" (див. п. 2.5.10).

Команда "Зберегти"  призначена для запису об'єкту у файл з назвою, визначеною раніше. У випадку запису нового об'єкту необхідно задати у відповідному діалоговому вікні місце розташування його на диску та назву.

Команда "Зберегти як"  призначена для запису об'єкту з новою назвою.

Крім того, для ряду модулів передбачена можливість працювати з інформацією, записаною у міжнародному форматі RIO та новою версією цього формату XRIO. В цьому випадку інформація зберігається в файлах з розширенням *.rio (*.xrio). Для завантаження файлу у

цьому форматі необхідно в діалоговому вікні вибору файлу задати тип файлу в форматі RIO або XRIO. Дане діалогове вікно відкривається після активізації команди "Завантажити".

Передбачена можливість записувати в бібліотеку та зчитувати з неї інформацію про режими, сформовані на окремих сторінках модуля. Для виконання цих операцій необхідно скористатися командами пункту меню "Режим" вікна модуля. Передбачені наступні команди:

- "Зберегти";
- "Зберегти як";
- "Завантажити".

Слід пам'ятати, що на деяких сторінках модуля не передбачено збереження режиму у бібліотеці. В цьому випадку пункт меню "Режим" є недоступним!

Команда "Зберегти" використовується для запису в бібліотеку інформації про режим, сформований на активній сторінці. Якщо даний режим вже існує, то запис буде здійснюватись в бібліотеку з цією ж назвою, яка відображається в заголовку вікна модуля. Структура заголовка є наступною: *назва модуля – назва сторінки [назва режиму]*. В протилежному випадку відкриється діалогове вікно, де необхідно ввести назву режиму.

Команда "Зберегти як" використовується для запису режиму з новою назвою.

Команда "Завантажити" забезпечує можливість зчитування з бібліотеки потрібного режиму. Після ініціалізації даної команди з'явиться діалогове вікно "Список режимів" (рис. 2.5).

У вікні відображаються всі режими, сформовані на даній сторінці. Після вибору потрібного режиму необхідно натиснути кнопку "Застосувати".

У цьому вікні передбачена можливість вилучати непотрібні режими з бібліотеки. Для цього необхідно скористатись кнопкою "Вилучити".

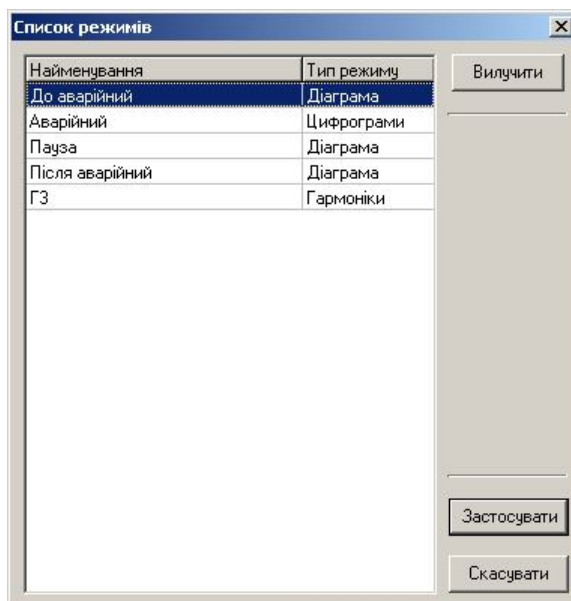


Рис. 2.5. Список режимів

Пункт меню *"Закрити"* вікна модуля призначений для виходу з модуля. Виконання цього пункту меню подібно, як кнопка у верхньому правому вікні модуля.

2.3. Повідомлення системи про несправності "ПРИСТРОЮ"

"ПРИСТРІЙ" має систему самодіагностики, яка виконує захисні функції. Після виявлення системою самодіагностики несправностей в "ПРИСТРОЇ" на вищий рівень передаються відповідні повідомлення користувачу. Ці повідомлення виводяться на екран.

Передбачені наступні повідомлення:

- *"Пристрій не заземлений!"*;
- *"Вимкнення приладу!"*
- *"Закорочення напругових кіл (назва напругових кіл)!"*;
- *"Розрив струмових кіл (назва струмових кіл)!"*;
- *"Перегрів каналів (назва каналів струму та напруги)!"*;
- *"Заблоковані напругові кола (назва напругових кіл)!"*;
- *"Заблоковані струмові кола (назва струмових кіл)!"*;
- *"Зупинка роботи пристрою. Розрив по часу під час передачі даних!"*;
- *"Зупинка роботи пристрою. Переповнення пам'яті!"*;
- *"Немає зв'язку з пристроєм!"*;
- *"Відмова підсилювачів каналів (назва каналів напруги)!"*;
- *"Спрацювання захистів каналів (назва струмових кіл)!"*;
- *"Відсутня антена GPS!"*;
- *."Закорочена антена GPS!"*;
- *"Відсутня інформація про час GPS!"*.

Повідомлення *"Пристрій не заземлений!"* виникає у випадку, коли "ПРИСТРІЙ" не заземлений. Повідомлення виникає однократно. Це повідомлення є інформаційним і не впливає на роботу "ПРИСТРОЮ".

Повідомлення *"Вимкнення приладу!"* виникає у випадку вимкнення живлення "ПРИСТРОЮ" .

Повідомлення *"Закорочення напругових кіл (назва напругових кіл)!"* виникає у випадку, коли опір навантаження, приєднаного до відповідного кола напруги, буде меншим від допустимого. Після закриття вікна з цим повідомленням відкривається діалогове вікно з запитом *"Продовжити роботу?"*. Якщо користувач усуне несправність та натисне кнопку **"Так"**, система продовжить роботу. Якщо користувач натисне кнопку **"Ні"**, "ПРИСТРІЙ" зупиниться і для подальшої роботи необхідно його вимкнути та повторно увімкнути.

Повідомлення *"Розрив струмових кіл (назва струмових кіл)!"* з'явиться у випадку, коли опір навантаження, під'єданого до відповідного струмового кола, буде більшим від допустимого. Дія користувача повинна бути така сама, як і в попередньому випадку.

Повідомлення *"Перегрів каналів (назва каналів струму та напруги)!"* виникає у випадку порушення температурного режиму посилювачів каналів. Необхідно вимкнути "ПРИСТРІЙ" на деякий час для охолодження.

Повідомлення *"Заблоковані напругові кола (назва напругових кіл)!"* та *"Заблоковані струмові кола (назва струмових кіл)!"* виникає при трикратному повторі аварійної ситуації (*"Закорочення напругових кіл!"*, *"Розрив струмових кіл!"*).

Повідомлення *"Зупинка роботи пристрою. Розрив по часу під час передачі даних!"* з'явиться у випадку, коли в пакеті передачі даних від ПК до "ПРИСТРОЮ" є недопустимо великі паузи за часом, що говорить про збої в каналі зв'язку. Необхідно перевірити канал зв'язку та продовжити роботу.

Повідомлення *"Зупинка роботи пристрою. Переповнення пам'яті!"* з'явиться у випадку, коли користувач підготував цифrogramу, яка займає об'єм пам'яті більший, ніж передбачений в "ПРИСТРОЇ". Після такого повідомлення користувачу необхідно скоротити тривалість цифrogramи.

Повідомлення *"Немає зв'язку з пристроєм!"* з'явиться під час завантаження програми у випадку, коли відсутній зв'язок з "ПРИСТРОЄМ". Після такого повідомлення користувачу необхідно встановити зв'язок.

Повідомлення *"Відмова підсилювачів каналів (назва каналів струму та напруги)!"* з'явиться у випадку появи зовнішньої напруги на каналі або несправності каналу. Необхідно вимкнути "ПРИСТРІЙ" на деякий час для охолодження, повторно ввімкнути. Якщо несправність не ліквідувалася, відправити "ПРИСТРІЙ" у ремонт.

Повідомлення *"Спрацювання захистів каналів (назва струмових кіл)!"* з'явиться у випадку спрацювання захисту струмового каналу. Необхідно вимкнути "ПРИСТРІЙ" на деякий час для охолодження, повторно ввімкнути. Якщо несправність не ліквідувалася, відправити "ПРИСТРІЙ" у ремонт.




Повідомлення *"Відсутня антена GPS!"* з'явиться у випадку, коли відсутня або від'єднана антена GPS.

Повідомлення *"Закорочена антена GPS!"* з'явиться у випадку закорочення антени GPS.

Повідомлення *"Відсутня інформація про час GPS!"* з'явиться у разі відсутності на даний момент супутників в зоні досяжності GPS антени.

2.4. Протокол

Команди цього пункту меню дозволяють користувачу створювати протоколи з інформацією про результати перевірки. Форма протоколу є визначеною для кожного режиму перевірки конкретного пристрою. Після вибору пункту меню *"Протокол"* відкривається підменю (рис. 2.6) з переліком команд, які дозволяють додавати до вже

створених протоколів нові (команда "Додати" ) , виводити на екран монітора створені в даній сесії перевірки протоколи (команда "Показати" ) , вилучати створені в даній сесії перевірки протоколи (команда "Очистити" ) та завантажувати раніше створені та збережені протоколи (команда "Архів протоколів").

Слід пам'ятати, що ніяких змін в протокол користувач вносити не може!

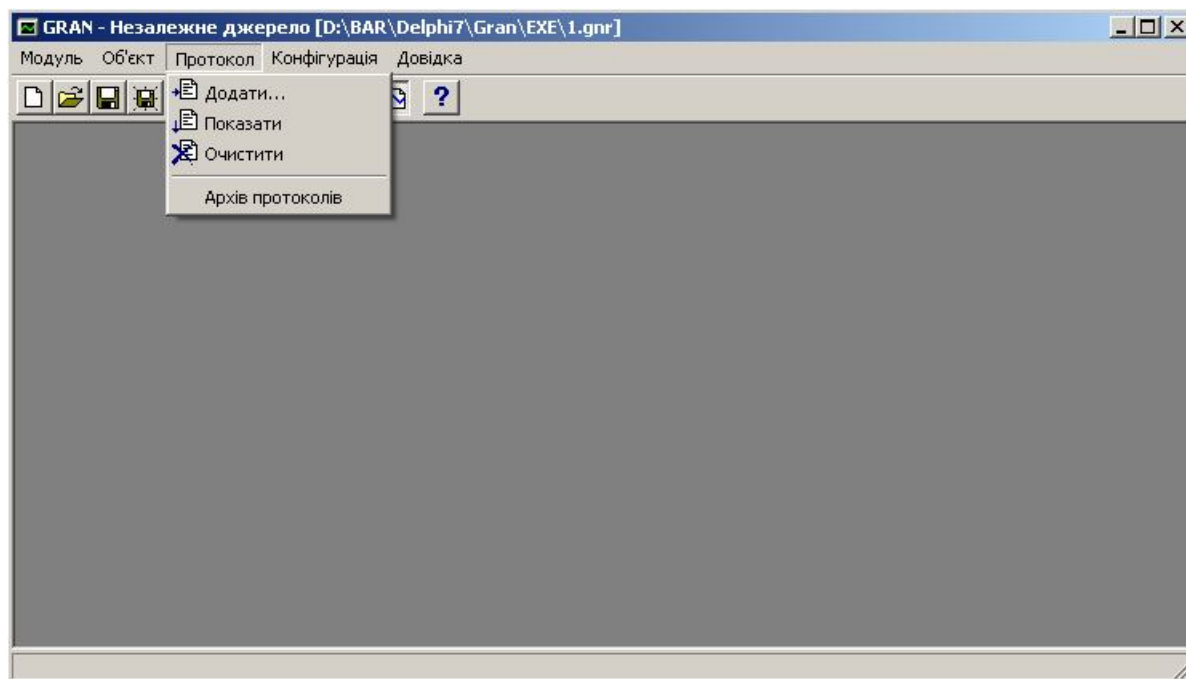


Рис. 2.6. Команди меню "Протокол"

Після вибору команди "Додати" на екрані дисплея з'являється діалогове вікно, в якому користувач може записати коментар, який відобразиться в протоколі (рис. 2.7) і після натиснення кнопки "Застосувати" буде створений та доданий новий протокол.

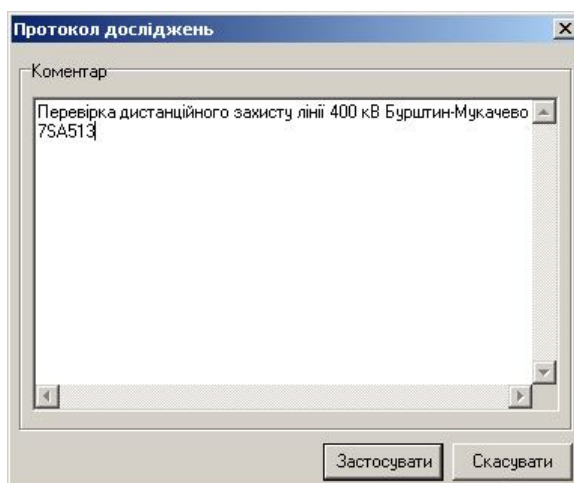



Рис. 2.7. Вікно для запису коментаря під час створення протоколу

Команда *"Показати"* дозволяє користувачу відобразити створені в даній сесії перевірки протоколи в окремому вікні, в якому можна здійснювати їх перегляд, запис в бібліотеку або друк.

Після активізації команди *"Очистити"* відкриється діалогове вікно, де буде запропоновано підтвердити дану команду, і після підтвердження даний протокол буде знищений.

Після активізації команди *"Архів протоколів"* на екран монітора виводиться вікно (рис. 2.8), де можна відобразити протокол з файлу. Для відображення потрібного протоколу необхідно скористатись піктограмою  – *"Завантажити протокол"*.

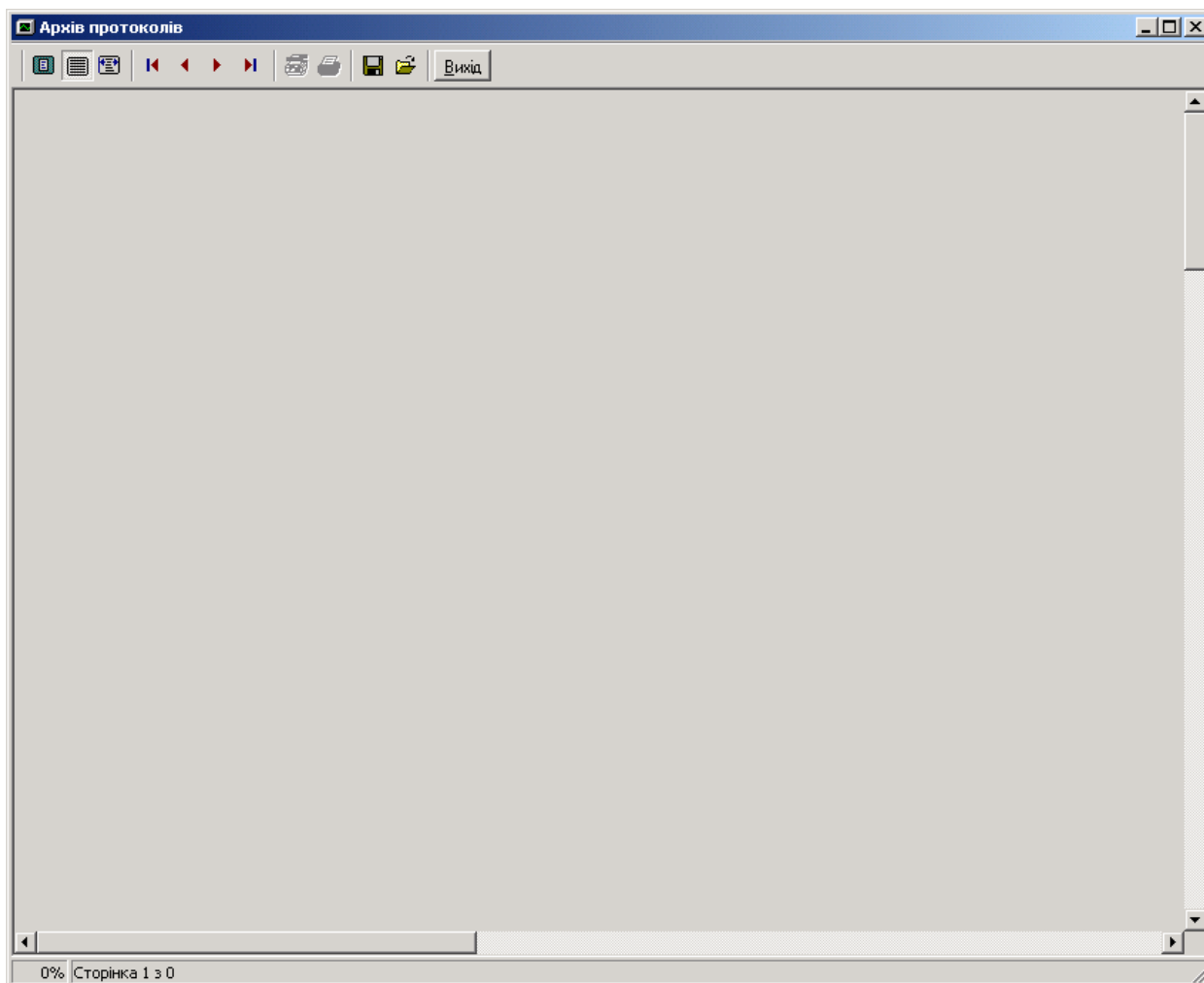


Рис. 2.8. Вікно відображення протоколів з архіву

Для прикладу на рис. 2.9 наведений протокол результатів роботи пристрою з сторінки *"Векторна діаграма"* модуля *"Незалежне джерело"*.

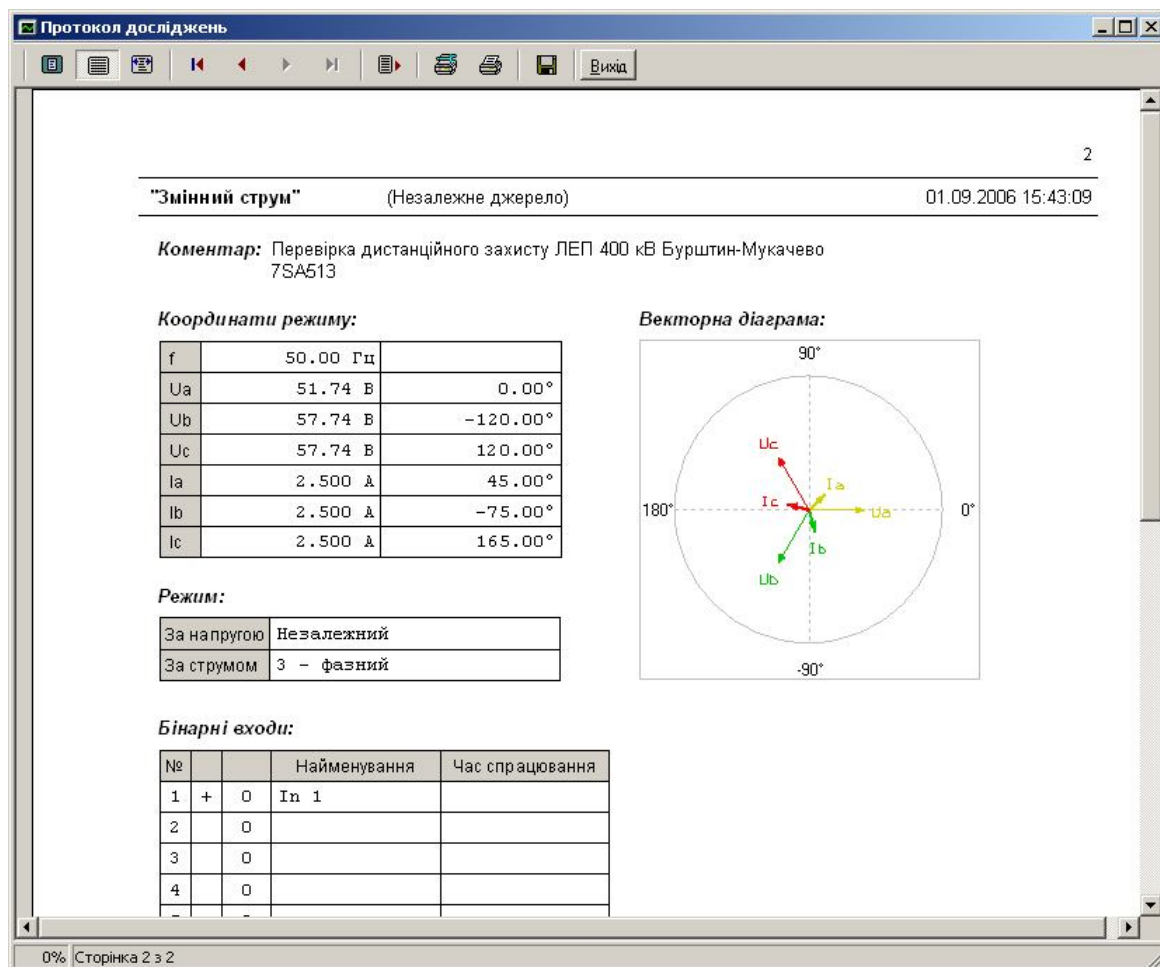




Рис. 2.9. Приклад протоколу

Вікно "Протокол досліджень" містить панель інструментів з набором наступних команд:

- - масштабування по вікну;
- - відображення протоколу на екрані без масштабування;
- - масштабування по ширині вікна;
- - перехід на першу сторінку протоколу;
- - перехід на попередню сторінку;
- - перехід на наступну сторінку;
- - перехід на останню сторінку;
- - перехід на сторінку з номером;
- - встановлення параметрів конфігурації друку;
- - друкування протоколу;

-  - збереження протоколу в заданому файлі;
-  - вихід з протоколу.

Слід пам'ятати, якщо користувач не здійснив запису протоколу у файл, після виходу з програми він буде втрачений!

2.5. Конфігурація

Меню "Конфігурація" (рис. 2.10) містить наступні команди:

- "Без зв'язку (Зв'язок)";
- "Системні функції"; *
- "Мультиметр";
- "Вікно аналогових входів"; *
- "Вікно взаємних кутів"; *
- "Аналогові входи"; *
- "Калібрування";
- "Порт обміну";
- "Графіка";
- "Автозбереження";
- "Формування результату";
- "Звук"; *
- "Синхронізація від мережі"; *
- "Синхронізація від GPS"; *
- "Час старту режиму по GPS"; *
- "Джерело оперативного струму"; *
- "Первинні координати";
- "Вторинні координати".

* Для деяких модифікацій пристрою ця команда може бути відсутня

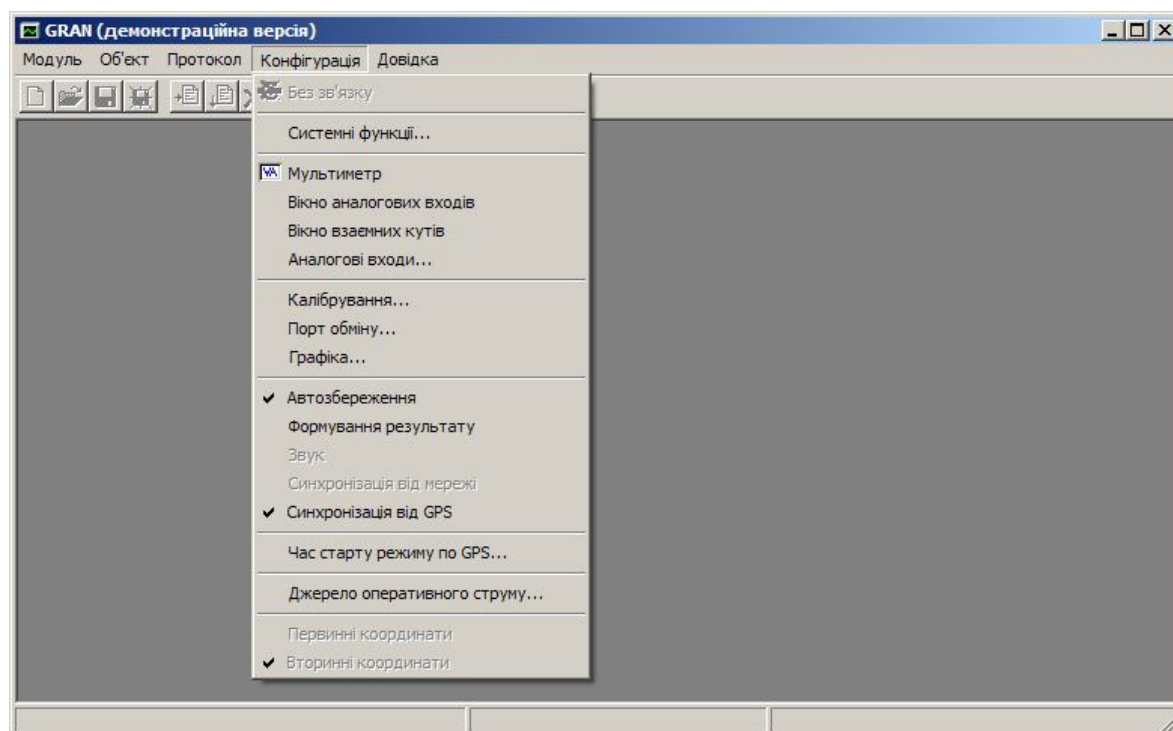


Рис. 2.10. Меню "Конфігурація"

2.5.1. Команда зв'язку з пристроєм нижнього рівня

Команда "Без зв'язку" ("Зв'язок") дозволяє програмно під'єднувати (від'єднувати) "ПРИСТРІЙ" до ПК. В режимі "Без зв'язку" ПК переводиться в автономний режим.

Якщо "ПРИСТРІЙ" фізично не під'єднаний до ПК, вимкнений від мережі, фізично пошкоджений тракт зв'язку, під'єднаний до незадекларованого COM порта або віртуального COM порта, ще не встигла завантажитись програма "ПРИСТРОЮ", то перейти в режим "З зв'язком" неможливо. Якщо така спроба виникає, то на дисплеї ПК з'являється вікно (рис. 2.11).

У разі, коли заданий в конфігурації номер COM порта не ініціалізований в ОС Windows, команда буде недоступна. В цьому випадку необхідно встановити потрібний номер COM порта (див. п. 2.5.8).

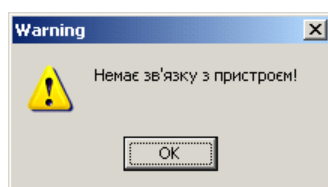





Рис. 2.11. Повідомлення про відсутність зв'язку з пристроєм

В режимі "Без зв'язку" керування "ПРИСТРОЄМ" неможливе.

Також в інформаційному рядку головного вікна програми справа відображається сигнальна лампа стану зв'язку з "ПРИСТРОЄМ". Сірий колір лампи  – зв'язку немає, зелена  – зв'язок є, червона  – "ПРИСТРІЙ" в режимі генерування сигналів.

Слід зазначити, якщо є зв'язок з "ПРИСТРОЄМ" на апаратному рівні, то навіть якщо "ПРИСТРІЙ" програмно від'єднаний від ПК (команда "Без зв'язку") сигнальна лампа в інформаційному рядку буде зеленого кольору, але режим генерування "ПРИСТРОЄМ" сигналів буде не доступний, поки не буде командою "Зв'язок" "ПРИСТРІЙ" програмно під'єднаний до ПК.

2.5.2. Команда "Системні функції"

Ці функції призначені для налаштування "ПРИСТРОЮ" і для користувача вони є недоступними.

2.5.3. Команда "Мультиметр"

В пристрої передбачена можливість відображати величини аналогових сигналів від цифрового мультиметра, який під'єднується до "ПРИСТРОЮ" через роз'єм RS-232, розміщений на лицевій панелі.

Для відображення величини аналогового сигналу необхідно ініціалізувати команду "Мультиметр". На екран монітора ПК виведеться вікно (рис. 2.12).

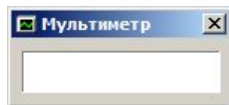


Рис. 2.12. Мультиметр

В цьому вікні відобразиться інформація про вимірюваний аналоговий сигнал від цифрового мультиметра.

2.5.4. Команда "Вікно аналогових входів"

В деяких модифікаціях "ПРИСТРОЮ" передбачена можливість безпосередньо вимірювати аналогові сигнали. Для контролю за аналоговими сигналами на лицевій панелі передбачені відповідні роз'єми. На ці роз'єми подаються аналогові сигнали від зовнішніх пристроїв.

Значення цих аналогових сигналів або їх певні характеристики відображаються у вікні (рис. 2.13). Для цього необхідно ініціалізувати команду "Вікно аналогових входів".

Кількість полів відображення буде відповідати кількості аналогових входів "ПРИСТРОЮ".

	Постійна	Змінна	Максимальне	Мінімальне	Частота	Час
1:						
2:						
3:						
4:						
5:						
6:						

Рис. 2.13. Вікно аналогових входів

2.5.5. Команда "Вікно взаємних кутів"

Також передбачена можливість контролювати взаємні кути між аналоговими сигналами, які заведені на окремі аналогові входи.

Значення взаємних кутів відображаються у вікні (рис. 2.14). Для цього необхідно ініціалізувати команду "Вікно взаємних кутів".

	1	2	3	4	5	6
1:						
2:						
3:						
4:						
5:						
6:						

Рис. 2.14. Вікно взаємних кутів

2.5.6. Команда "Аналогові входи"

Ця команда призначена для визначення режимів роботи аналогових входів. Після ініціалізації цієї команди на екрані ПК з'явиться вікно (рис. 2.15).

Режим	Уставка 1	Уставка 2	Умови
<input type="checkbox"/> Запуск пристрою	0.00		└─┘
<input type="checkbox"/> Зупинка пристрою	0.00		└─┘
<input type="checkbox"/> Фіксація часу	0.00		└─┘
<input type="checkbox"/> Зупинка режиму	0.00		└─┘
<input type="checkbox"/> Запуск бінарного виходу	0.00	0.00	└─┘

Виміри

☐ Постійна складова

☐ Змінна складова

☐ Максимальне

☐ Мінімальне

☐ Частота

Взаємний кут з входами: ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

Застосувати Скасувати

Рис. 2.15. Конфігурація аналогових входів

Режими роботи для кожного аналогового входу задаються на окремих сторінках вікна. Передбачені наступні режими:

- запуск пристрою;
- зупинка пристрою;
- фіксація часу;
- зупинка режиму;
- запуск бінарного виходу.

Умови виконання цих режимів задаються в полях "Уставка 1", "Уставка 2", "Умови".

Опис цих режимів наведений в п. 3.2.4.

Крім того передбачені вимірювання по аналогових входах наступних величин:

- постійна складова;
- змінна складова;
- максимальне значення;
- мінімальне значення;
- частота;
- взаємний кут.

2.5.7. Команда "Калібрування"

Команда "Калібрування" дозволяє відкалібрувати канали напруги та канали струму як по змінному, так і по постійному струму. Крім цього є можливість визначити реальний час спрацювання та повернення дискретних виходів для точного відображення результатів перевірки. Попередньо до аналогових виходів напруги та струму "ПРИСТРОЮ" необхідно під'єднати повірені прилади на клас точності вище від класу точності "ПРИСТРОЮ".

Калібрування сигналів здійснюється для режимів як змінного, так і постійного струму.

Слід пам'ятати, що в режимі постійного струму "ПРИСТРІЙ" генерує сигнали сформовані по точках. Також до сигналів, сформованих по точках, належать: сигнали з гармонічними складовими, цифrogramи та їх комбінації. Тому необхідно обов'язково відкалібрувати "ПРИСТРІЙ" як по змінному, так і по постійному струмі!

Після активізації команди "Калібрування" на дисплеї ПК з'явиться вікно (рис. 2.16).

Зі сторінки "Змінний струм" даного вікна здійснюється калібрування "ПРИСТРОЮ" для режиму змінного струму.

Рис. 2.16. Калібрування каналів пристрою за змінним струмом

Для цього у відповідних полях для кожного каналу задаються коефіцієнти для корекції величини сигналу та його фази. В нульовому наближенні передбачений коефіцієнт корекції величини сигналу "1", а його фази – "0".

Слід пам'ятати, якщо значення коефіцієнта калібрування за величиною більше 1, під час генерування "ПРИСТРОЄМ" максимальних величин або близьких до них можливе спотворення сигналу!

На цій сторінці передбачена також можливість корекції частоти.

Для калібрування каналу у відповідних полях задаються величини струму та напруги. Після цього необхідно натиснути на кнопку **"Старт"** – задані напруги та струми будуть поступати на "ПРИСТРІЙ" та виводитись на відповідні прилади вимірювання. Діючи на зміну коефіцієнта калібрування, необхідно добитись рівності показу приладу заданій величині. Зміна коефіцієнту калібрування здійснюється дискретно за допомогою кнопок зі стрілками біля відповідного поля редагування. Дискретність задається у полях " ΔU ", " ΔI ", " $\Delta \varphi$ ", " Δf ".

Крім цього, значення коефіцієнта можна задати безпосередньо у відповідному полі. Калібрування здійснюється окремо для всіх шести каналів.

Для калібрування каналів за постійним струмом необхідно перейти на сторінку *"Постійний струм"* (рис. 2.17).

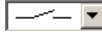
Рис. 2.17. Калібрування каналів пристрою за постійним струмом

Калібрування каналів за постійним струмом здійснюється подібно як і за змінним.

Для встановлення реального часу спрацювання (повернення) реле бінарних виходів необхідно перейти на сторінку *"Бінарні виходи"* (рис. 2.18).

Рис. 2.18. Калібрування бінарних виходів

Калібрування бінарних виходів необхідне для більш точного відтворення результатів перевірки (щоб врахувати реальний час роботи реле бінарного виходу "ПРИСТРОЮ"). Для цього необхідно визначити час спрацювання та час повернення кожного реле бінарного виходу "ПРИСТРОЮ". З цією метою потрібно провести наступний експеримент:

- 1) у вікні "Калібрування каналів" (див. рис. 2.18) у відповідних полях редагування задати значення "ноль" для часів спрацювання та повернення;
- 2) активізувати модуль "Незалежне джерело" (детально див. розділ 3);
- 3) на сторінці "Конфігурація" цього модуля необхідно вибрати будь-який бінарний вхід в режимі "Фіксація часу", наприклад №1;
- 4) вибрати бінарний вихід, який калібрується. В комбінованому полі "Старт" встановити розімкнений початковий стан - . В полі "Режим" задати час спрацювання, наприклад, 1, а в полі "Час" – задати час повернення відносно часу спрацювання, наприклад, 1;
- 5) з'єднати вибраний бінарний вхід з бінарним виходом на лицевій панелі "ПРИСТРОЮ". При такому з'єднанні бінарний вхід буде повторювати бінарний вихід;
- 6) в пункті головного меню "Конфігурація" (див. рис. 2.10) встановити режим "Формування результатів";

- 7) на сторінці *"Векторна діаграма"* значення напруг та струмів встановити рівними нулю та натиснути кнопку **"Старт"**. Через встановлену (див. п. 4) 1 сек. спрацює вибраний бінарний вихід, а ще через 1 сек. реле бінарного виходу повернеться у вихідний стан. Після цього необхідно натиснути кнопку **"Стоп"**;
- 8) перейти на сторінку *"Результати"*, на якій буде відображено в графічній формі робота бінарного виходу та входу. За результатами експерименту необхідно знайти різницю часів спрацювання ($\Delta t_{\text{спр}}$) та повернення ($\Delta t_{\text{пов}}$) бінарного виходу та входу (рис. 2.19). Ці значення необхідно ввести у відповідні поля у вікні *"Калібрування каналів"* (див. рис. 2.18). Для більш точного вимірювання необхідно здійснити масштабування графічного зображення за часом. Для цього в режимі *"Вибір відрізка"* (цей режим встановлюються в локальному меню) виділити часовий діапазон в околі спрацювання бінарного входу та виходу. В режимі *"Миттєві значення"* (вибирається з локального меню) визначаються часи спрацювання бінарного виходу (t_1) та бінарного входу (t_2), обчислюється різницю цих часів, як $\Delta t_{\text{спр}} = t_2 - t_1$. Отримане значення необхідно занести в поле редагування *"Час спрацювання"* відповідного бінарного виходу. Подібні дії повторити для визначення часу повернення ($\Delta t_{\text{пов}} = t_4 - t_3$). Отримане значення занести в поле редагування *"Час повернення"*;
- 9) повторити пп. 1-8 для калібрування всіх решту бінарних виходів.

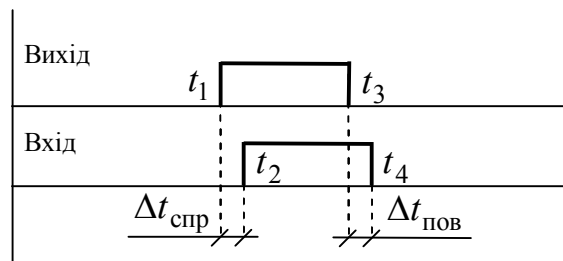


Рис. 2.19. Визначення часу спрацювання та повернення бінарного виходу

Після закінчення процесу калібрування необхідно зберегти отримані значення часів спрацювання та повернення. Для цього потрібно натиснути кнопку **"Застосувати"**.

Всі коефіцієнти калібрування будуть збережені в конфігураційному файлі і враховуватись при подальшій роботі "ПРИСТРОЮ". Перед записом необхідно в полі редагування *"Виконавець"* задати прізвище користувача, який здійснював калібрування. Під час запису коефіцієнтів калібрування автоматично записується і дата здійснення калібрування.

2.5.8. Команда "Порт обміну"

Команда призначена для вибору послідовного порта ПК, який буде використовуватись для зв'язку з "ПРИСТРОЄМ".

Після активізації даної команди на дисплеї комп'ютера з'явиться вікно (рис. 2.20).

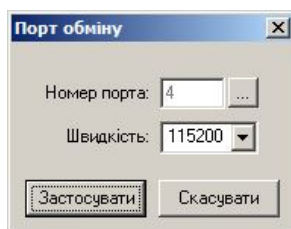


Рис. 2.20. Вікно вибору порта зв'язку

В полі "Номер порта" буде відображений номер вибраного порта. Для зміни номеру порта натиснути кнопку справа від поля, відкриється діалогове вікно з переліком доступних портів (рис. 2.21). Необхідно вибрати потрібний порт і натиснути кнопку "Застосувати". Зв'язок ПК з "ПРИСТРОЄМ" буде здійснюватись через вибраний порт.

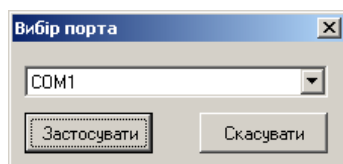


Рис. 2.21. Перелік послідовних портів

У деяких модифікаціях пристрою є можливість задавати швидкість обміну, вибір якої здійснюється за допомогою комбінованого поля "Швидкість".

Слід пам'ятати, якщо такої можливості немає, тоді необхідно задати швидкість 115200.

2.5.9. Команда "Графіка"

Після активізації даної команди на дисплеї ПК з'явиться вікно (рис. 2.22). Для зміни параметрів графіки необхідно вибрати сторінку "Графіка".

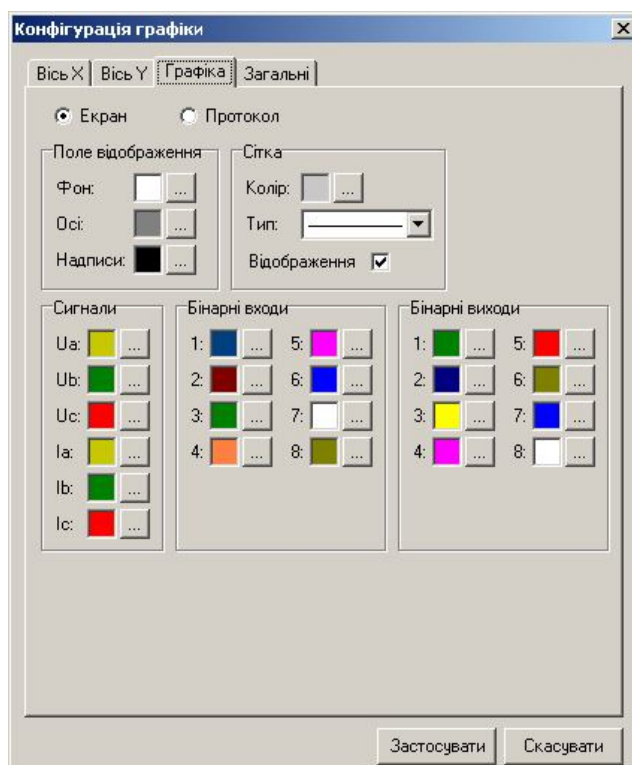


Рис. 2.22. Вікно зміни параметрів графіки

На цій сторінці користувач може змінювати колір фону, осей, надписів полів відображення векторних діаграм, цифрограм, колір та стиль відображення сітки, кольори відображення сигналів, а також кольори відображення зміни в часі станів бінарних входів та виходів.

Для зміни кольору потрібно натиснути кнопку, яка розташована біля поля зі зразком кольору – з'явиться стандартне вікно палітри кольорів, з якого здійснюється вибір потрібного кольору. Після закінчення вибору бажаних кольорів у вікні (див. рис. 2.22) необхідно натиснути на кнопку **"Застосувати"** – при подальшій роботі використовуватимуться вибрані кольори.

Передбачена можливість задавати окремо параметри графіки для відображення на екрані ПК, а також для виводу інформації в протокол. Для цього передбачені відповідні перемикачі (**"Екран"**, **"Протокол"**).

Слід пам'ятати що для різних модулів на сторінці "Графіка" можуть бути додаткові параметри графіки.

Робота з іншими сторінками даного вікна (**"Вісь X"**, **"Вісь Y"**, **"Загальні"**) детально описана в п. 9.2.4.1.

2.5.10. Команда "Автозбереження"

Команда дозволяє задавати режим автоматичного збереження даних об'єкту.

Після активізації даного режиму при закритті модуля перевірки чи при завантаженні об'єкту модуля з диску поточна інформація буде автоматично збережена в об'єкті з іменем, яке було визначене раніше. Якщо ця інформація ще не була збережена, то перед її записом відкриється стандартне діалогове вікно, де потрібно визначити ім'я та місце розташування об'єкту.

Якщо режим "Автозбереження" не активізований, тоді при закритті модуля перевірки чи при завантаженні нового об'єкту з диску, збереження інформації необхідно буде підтвердити в діалоговому вікні (рис. 2.23).

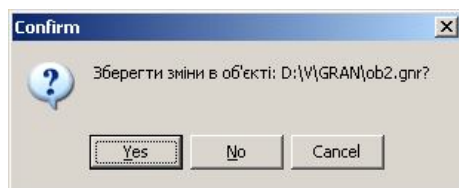


Рис. 2.23. Збереження змін в об'єкті

2.5.11. Команда "Формування результату"

Команда дозволяє задавати (відмінити) режим формування результатів перевірки.

В програмному забезпеченні пристрою у більшості модулів передбачена сторінка "Результати", на яку виводиться інформація про перевірку пристрою РЗА. На ній виводяться зміна координат режиму (струмів та напруг), а також можливі спрацювання дискретних входів та виходів пристрою. Якщо команда не активізована результати перевірки не формуються. Останній режим доцільно застосовувати в випадку, коли користувачеві не потрібні детальні результати перевірки, а достатньо лише інформації, яка є на активній сторінці і, яка може зберігатися в протоколі перевірки (див. п. 2.4).

2.5.12. Команда "Звук"

Команда призначена для задання режиму зі звуковим супроводженням роботи "ПРИСТРОЮ" чи без такого супроводження. Якщо режим активізований під час роботи "ПРИСТРОЮ" деякі операції, наприклад, пуск, зупинка "ПРИСТРОЮ" будуть супроводжуватися різними звуковими сигналами.

2.5.13. Синхронізація пристроїв

Цей режим використовують, коли для перевірки пристроїв РЗА необхідно задіяти більше 3 каналів струму чи (та) напруги (6, 9 і т.д.). Це потрібно для перевірки таких захистів, як диференційний захист трансформатора, поздовжній та поперечний диференційні захисти лінії електропередавання тощо. Для такої перевірки використовують кілька "ПРИСТРОЇВ" (за умови, що один "ПРИСТРІЙ" має не більше трьох виходів за струмом та напругою). Робота цих "ПРИСТРОЇВ" повинна бути синхронізована або від мережі за початковою фазою або за часом старту режиму.

Синхронізацію "ПРИСТРОЇВ" можна здійснити одним з наступних способів:

- синхронізація від мережі;
- синхронізація від GPS.

2.5.13.1. Команда "Синхронізація від мережі"

Даний режим синхронізації задається ініціалізацією команди в пункті головного меню "Конфігурація" - "Синхронізація від мережі".

В цьому режимі сигнали, які генеруються "ПРИСТРОЄМ" будуть синхронізовані за частотою та початковою фазою напруги мережі. Під час формування сигналів задають фазовий зсув відносно напруги мережі, а частота під час генерування буде співпадати з частотою електричної мережі, від якої живиться "ПРИСТРІЙ".

Для коректного визначення фази в "ПРИСТРОЇ" передбачений датчик полярності, який працює сумісно з датчиком заземлення. Якщо "ПРИСТРІЙ" заземлений, тоді автоматично визначається фазний та нульовий провідники мережевого шнура. Якщо заземлення відсутнє, тоді фаза вихідного сигналу може бути розвернута на 180 градусів.

В режимі "Синхронізація від мережі" задати частоту генерування неможливо – відповідні поля редагування на всіх сторінках модулів будуть недоступними. Блокується робота модулів: "Синхронізатор", "Незалежна частота", а також "Складний режим" в модулях, де він передбачений.

Якщо режим "Синхронізація від мережі" ініціалізований, тоді в інформаційному рядку буде відображений відповідний текст із значенням частоти мережі. Наприклад: "Синхронізація від мережі: $f=49.99\text{ Гц}$ ". Статус синхронізації від мережі також буде відображений "галочкою" в головному меню навпроти команди "Синхронізація від мережі".

В режимі генерування "ПРИСТРОЄМ" сигналів, за режиму "Синхронізація від мережі" в інформаційному рядку буде відображений текст: "Синхронізація від мережі: $f=None$ ", так як під час генерування сигналів вимірювання частоти не здійснюється.

2.5.13.2. Команда "Синхронізація від GPS"

Для режиму синхронізації за часом від GPS необхідно попередньо приєднати антени до GPS модулів "ПРИСТРОЇВ". Антени потрібно приєднати до входів "GPS", що розташовані на задній панелі "ПРИСТРОЇВ", та розмістити їх в зоні видимості супутників.

В деяких випадках синхронізація за часом від GPS неможлива. Це супроводжується наступними повідомленнями:

- "Відсутня антена GPS";
- "Закорочена антена GPS";
- "Синхронізація від GPS неможлива, активна синхронізація від мережі";

- *"Синхронізація від GPS неможлива, увімкнений мультиметр";*
- *"Відсутній зв'язок з супутниками".*

Режим синхронізації від GPS задають ініціалізацією команди в пункті головного меню *"Конфігурація" - "Синхронізація від GPS"*.

За успішної синхронізації відкривається діалогове вікно з повідомленням *"Синхронізація від GPS активована"*, а в інформаційному рядку відобразиться статус – *"Синхронізація від GPS"*. Статус синхронізації від GPS також буде відображений "галочкою" в головному меню навпроти команди *"Синхронізація від GPS"*.

2.5.13.3. Команда "Час старту режиму по GPS"

Коли синхронізація від GPS активна, доступна команда *"Час старту режиму від GPS"*. Після ініціалізації цієї команди відкривається вікно з відображенням часу в форматі ГГ:ХХ:СС, рис. 2.24.

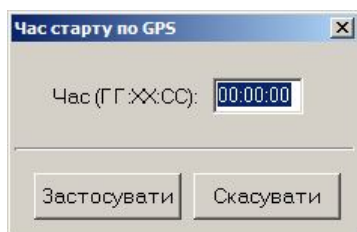


Рис. 2.24. Вікно визначення часу старту від GPS

У відповідному полі вікна задають час старту, який перед тим має бути узгоджений операторами різних "ПРИСТРОЇВ". Підтвердження заданого часу здійснюється натисненням кнопки **"Застосувати"** в діалоговому вікні. В інформаційному вікні замість тексту *"Синхронізація від GPS"* з'явиться *"Старт режиму ГГ:ХХ:СС від GPS"*.

Зміну часу старту від GPS можна здійснювати також в інформаційному рядку, натиснувши у відповідному полі ліву клавішу миші.

На момент синхронізації час ПК автоматично встановлюється від супутника.

Після підготовки режиму та завантаження його у "ПРИСТРІЙ", у випадку використання синхронізації від GPS, замість кнопки **"Пуск"** буде кнопка **"GPS"**, яка недоступна для ручного пуску режиму.

Запуск генерування від GPS може відбуватись в наступних режимах.

В модулі *"Незалежне джерело"* зі сторінок: *"Цифрограма"*, *"Складний режим"*. А також пуск складного режиму зі сторінки *"Векторна діаграма"*.

В модулі *"Дистанційний захист"* зі сторінок: *"Цифрограма"*, *"Хитання"*, *"Складний режим"*. А також пуск складного режиму зі сторінок *"Векторна діаграма"*, *"Імпедансна площина"*.

2.5.14. Команда "Джерело оперативного струму"

У деяких модифікаціях "ПРИСТРОЮ" передбачене джерело постійного оперативного струму. Це джерело використовують для живлення оперативним струмом пристроїв РЗА, що перевіряють. Клеми під'єднання оперативних кіл пристроїв РЗА розміщені на передній панелі "ПРИСТРОЮ" " $=U_{\text{вих}}$ ".

Запуск джерела оперативного струму здійснюється ініціалізацією команди головного меню "Конфігурація" - "Джерело оперативного струму". Після ініціалізації команди відкривається діалогове вікно, рис. 2.25, у якому задається бажана напруга кіл оперативного струму. За замовчуванням джерело оперативного струму має напругу 220 В.

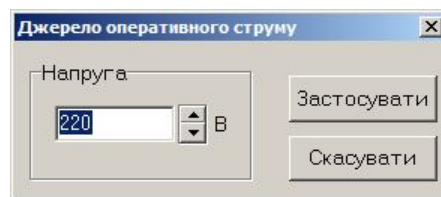










Рис. 2.25. Вікно напруги джерела оперативного струму

Значення напруги оперативного струму можна задавати у відповідному полі редагування або дискретно за допомогою кнопок із зображенням стрілок. Діапазон зміни напруги джерела оперативного струму "ПРИСТРОЮ" знаходиться в межах 15 В – 255 В. У разі натиснення кнопки "Застосувати" на клеммах "ПРИСТРОЮ" " $=U_{\text{вих}}$ " генерується задана напруга. У випадку активізації джерела на передній панелі "ПРИСТРОЮ" мигає сигнальна лампа. Максимальне значення постійного оперативного струму не повинно перевищувати 0,5 А.

Також в інформаційному рядку головного вікна програми, у разі наявності джерела постійного оперативного струму, передбачені декілька полів керування цим джерелом.

Перше поле містить зображення  - джерело оперативного струму вимкнене або  - джерело оперативного струму увімкнене. Якщо джерело оперативного струму увімкнене, тоді в наступному полі відображається значення напруги джерела, наприклад " $U=220 \text{ В}$ ", інакше поле буде пусте. У наступних полях містяться зображення  та  - які використовуються для дискретної зміни напруги джерела.

Натиснувши ліву кнопку "миші" у першому полі  /  - можна вмикати або вимикати джерело оперативного струму. Під час ввімкнення джерела, відкривається діалогове вікно зі значенням напруги, яке можна змінити (див. рис. 2.25). Якщо джерело оперативного струму увімкнене, тоді під час натискання у другому полі, де відображається напруга, також відкривається вікно (рис. 2.25), у якому можна змінити значення напруги. Під час клацання "мишею" у наступному полі, із зображенням , напруга джерела буде збільшена на 1 В, а клацання у полі  – приведе до зменшення напруги на 1 В.

2.5.15. Команда "Первинні координати"

Команда призначена для задання режиму струмів та напруг у первинних координатах. Цей режим доступний в наступних модулях перевірки: *"Незалежне джерело"*, *"Дистанційний захист"*, *"Незалежна частота"*. Для перерахунку з вторинних у первинні координати використовуються коефіцієнти трансформації за струмом та напругою, які автоматично розраховуються на основі номінальних первинних та вторинних значень струмів та напруг трансформаторів струму та напруги відповідно. Ці значення задаються на сторінці *"Конфігурація"* відповідних модулів.

2.5.16. Команда "Вторинні координати"

Команда призначена для задання режиму струмів та напруг у вторинних координатах.

3. МОДУЛЬ "НЕЗАЛЕЖНЕ ДЖЕРЕЛО"

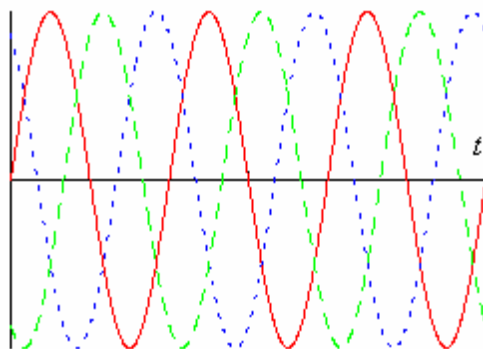
3.1. Загальні положення

Модуль "Незалежне джерело" призначений для ручної перевірки та налагодження пристроїв РЗА та інших електротехнічних апаратів будь-якої степені складності.

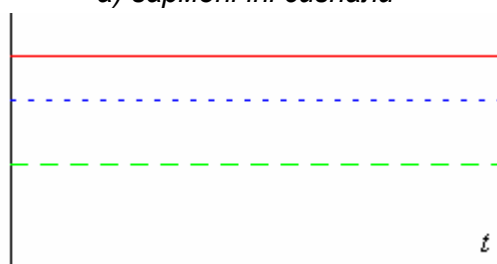
Використання цього модуля дає можливість користувачу перевіряти роботу досліджуваного пристрою під час генерації "ПРИСТРОЄМ" сигналів різної складності:

- гармонічних – значення фазних струмів та напруг формуються за гармонічним законом з заданою частотою;
- постійної напруги та постійного струму – генеруються не гармонічні сигнали напруг та струмів;
- складні гармонічні сигнали – значення струмів та напруг формуються з врахуванням вищих гармонічних складових та субгармонік;
- складні гармонічні сигнали з врахуванням аперіодичної складової – значення струмів та напруг формуються з врахуванням вищих гармонічних складових, субгармонік та аперіодичної складової;
- цифрограми – відтворюються сформовані іншими цифровими пристроями РЗА чи різноманітними цифровими моделями форми струмів та напруг;
- складні режими – реалізуються форми струмів та напруг з послідовним відпрацюванням в часі різноманітних комбінацій всіх вище названих сигналів.

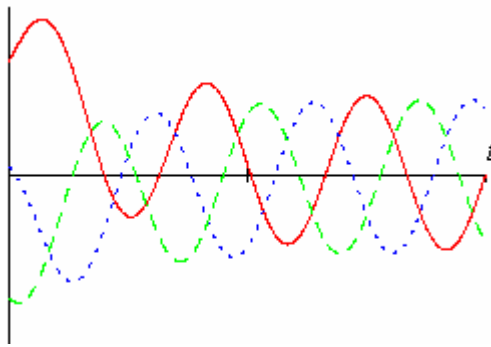
На рис 3.1 показані приклади різних цифрограм.



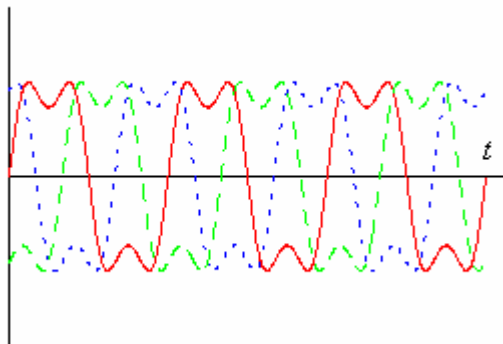
а) гармонічні сигнали



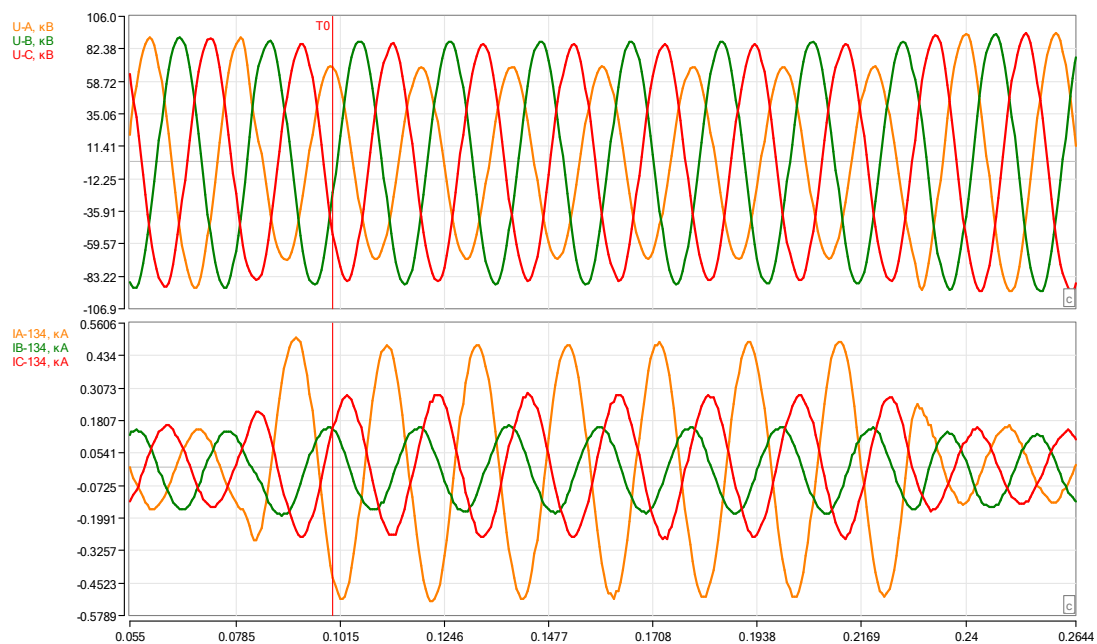
б) сигнали постійної напруги чи струму



в) гармонічні сигнали з аперіодичною складовою



г) гармонічні сигнали з вищими гармонічними складовими



д) цифрограма, записана на реальній підстанції цифровим осцилографом

Рис. 3.1. Приклади різних видів сигналів

Для організації таких режимів необхідно виконати ряд підготовчих операцій. Ці операції функціонально розділені і сформовані на окремих сторінках. Передбачені наступні сторінки:

- *"Конфігурація";*
- *"Векторна діаграма (змінний струм) ";*
- *"Векторна діаграма (постійний струм) ";*
- *"Гармоніки";*
- *"Цифрограми";*
- *"Зміна координат (за змінним струмом)";*
- *"Зміна координат (за постійним струмом) ";*
- *"Складний режим";*
- *"Результати".*

Інформація, яка формується на сторінках модуля, може записуватись в бібліотеку з метою використання її для налагодження інших пристроїв РЗА (див. п.2.2).

3.2. Сторінка "Конфігурація"

На сторінці "Конфігурація" задаються граничні параметри пристрою, який перевіряється, частота змінного струму, дискретність зміни координат режиму (напруги, струму, кута, частоти), а також інформація для дискретних(бінарних) входів, дискретних (бінарних) виходів.

Загальний вигляд сторінки *"Конфігурація"* наведений на рис. 3.2. На цій сторінці розміщені групові поля *"Пристрій", "Змінний струм", "Постійний струм", "Бінарні входи", "Бінарні виходи", "Стан бінарних входів (виходів) "*.

Рис. 3.2. Сторінка "Конфігурація" модуля "Незалежне джерело"

3.2.1. Поле "Пристрій"

В цьому полі користувач записує коротку характеристику пристрою, який налагоджується (перевіряється).

В окремих полях редагування записується назва електричної станції (підстанції), де знаходиться даний пристрій, приєднання, для якого він призначений, наприклад, назва лінії, трансформатора тощо, назва самого пристрою, а також ім'я перевіряючого. Ця інформація разом з результатами перевірки надалі буде зберігатись в протоколі.

3.2.2. Поле "Змінний струм"

Для перевірки пристроїв змінного струму у груповому полі "Змінний струм" необхідно задати наступну інформацію:

- $f_{\text{ном}}$ – номінальна частота гармонічних сигналів струмів та напруг;
- Δf – крок зміни частоти – для організації гармонічних сигналів із змінною частотою;
- $U_{\text{ном.л}}$ – первинна номінальна лінійна напруга;
- $U_{\text{ном.ф}}$ – первинна номінальна фазна напруга;

- $U_{\text{ном.л}}$ – вторинна номінальна лінійна напруга;
- $U_{\text{ном.ф}}$ – вторинна номінальна фазна напруга;
- $U_{\text{мах ф}}$ – максимальне значення вторинної фазної напруги;
- $I_{\text{ном}}$ – номінальне значення первинного фазного струму;
- $I_{\text{ном}}$ – номінальне значення вторинного фазного струму;
- $I_{\text{мах}}$ – максимальне значення вторинного фазного струму.

Слід пам'ятати, що максимальні значення струмів та напруг обмежуються технічними можливостями самого "ПРИСТРОЮ". У випадку, якщо користувач задасть більше значення, воно буде автоматично обмежене.

3.2.3. Поле "Постійний струм"

Для перевірки пристроїв постійним струмом у груповому полі "Постійний струм" необхідно задати наступну інформацію:

- $U_{\text{ном}}$ – номінальне значення постійної напруги;
- $U_{\text{мах}}$ – максимальне значення постійної напруги;
- $I_{\text{ном}}$ – номінальне значення постійного струму;
- $I_{\text{мах}}$ – максимальне значення постійного струму.

Слід пам'ятати, що максимальні значення струмів та напруг обмежуються технічними можливостями самого "ПРИСТРОЮ". У випадку, якщо користувач задасть більше значення, воно буде автоматично обмежене.

При цьому на екран монітора буде виводитись вікно з попередженням "Значення не може бути більшим, ніж...!"

Якщо задається номінальна фазна напруга пристрою, то лінійна визначається автоматично, як $U_{\text{ном л}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном ф}}$.

Якщо задається значення номінальної лінійної напруги, то автоматично обчислюється значення фазної напруги.

3.2.4. Поле "Бінарні входи"

Інформація про бінарні входи задається в груповому полі "Бінарні входи". Передбачена можливість обробки інформації про 8 бінарних входів (див. рис. 3.2). Порядкові номери бінарних входів на сторінці "Конфігурація" відповідають фізичним входам "ПРИСТРОЮ", до яких під'єднуються вихідні контакти реле пристрою, який перевіряється.

Слід пам'ятати, що в залежності від модифікації "ПРИСТРОЮ", бінарні входи можуть бути розділеними (рис. 3.3 а), або мати спільну точку з 1-го до 4-го, та з 5-го до 8-го (рис. 3.3 б).

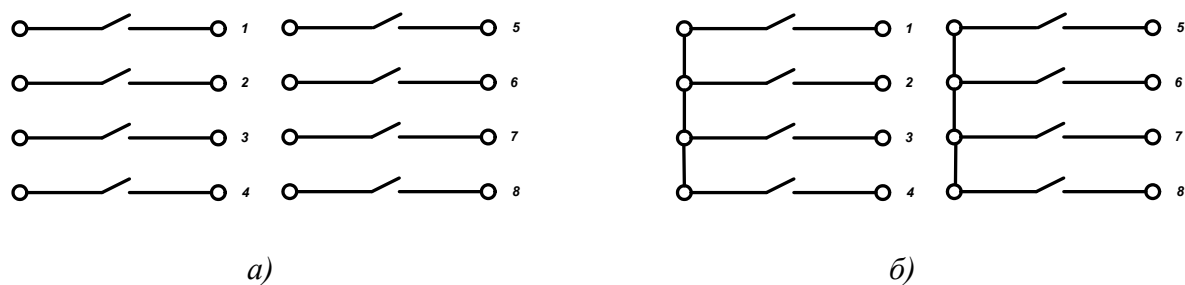


Рис. 3.3. Схеми з'єднання бінарних входів

Для контактів пристрою, який перевіряється, задається наступна інформація.

В *першому полі* активізується (деактивізується) бінарний вхід. Активізований бінарний вхід буде оброблятися пристроєм. Активізувати необхідно тільки ті бінарні входи, які будуть використовуватись в процесі перевірки.

В *другому полі* вводиться назва бінарного входу. Ця назва буде фіксуватись в протоколах випробування та на всіх інших сторінках перевірки даного модуля. Довжина назви не обмежується.

В *третьому полі* відображається стан бінарного входу. В залежності від стану в цьому полі виводиться умовне зображення контакту, згідно рис.3.4.

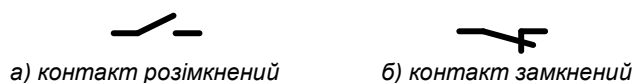


Рис. 3.4. Стан бінарного входу (контакту)

В *четвертому полі* вводиться режим фіксації часу спрацювання бінарного входу.

Передбачені наступні можливі режими фіксації часу:

- фіксація часу спрацювання бінарного входу з моменту подачі цифрограми від "ПРИСТРОЮ" на пристрій, який перевіряється. В цьому випадку в полі необхідно ввести значення "0";
- фіксація часу спрацювання відносно наперед заданого моменту часу. Для цього у полі редагування необхідно ввести значення часу, відносно якого буде здійснюватись відлік часу спрацювання даного контакту. Якщо даний контакт спрацює раніше заданого часу, то зафіксується від'ємне значення;
- фіксація часу спрацювання відносно моменту спрацювання іншого контакту. Для цього необхідно зі списку комбінованого поля (в списку є перелік всіх активізованих контактів за винятком даного контакту) вибрати потрібний номер контакту. Якщо даний контакт спрацює раніше від контакту, відносно якого необхідно фіксувати час спрацювання, але обидва контакти спрацювали на протязі заданої цифрограми, то пристрій зафіксує від'ємне значення часу спрацювання.

Часові діаграми, які ілюструють всі три режими фіксації часу за фактом спрацювання вихідного контакту пристрою, який перевіряється, наведені на рис. 3.5.

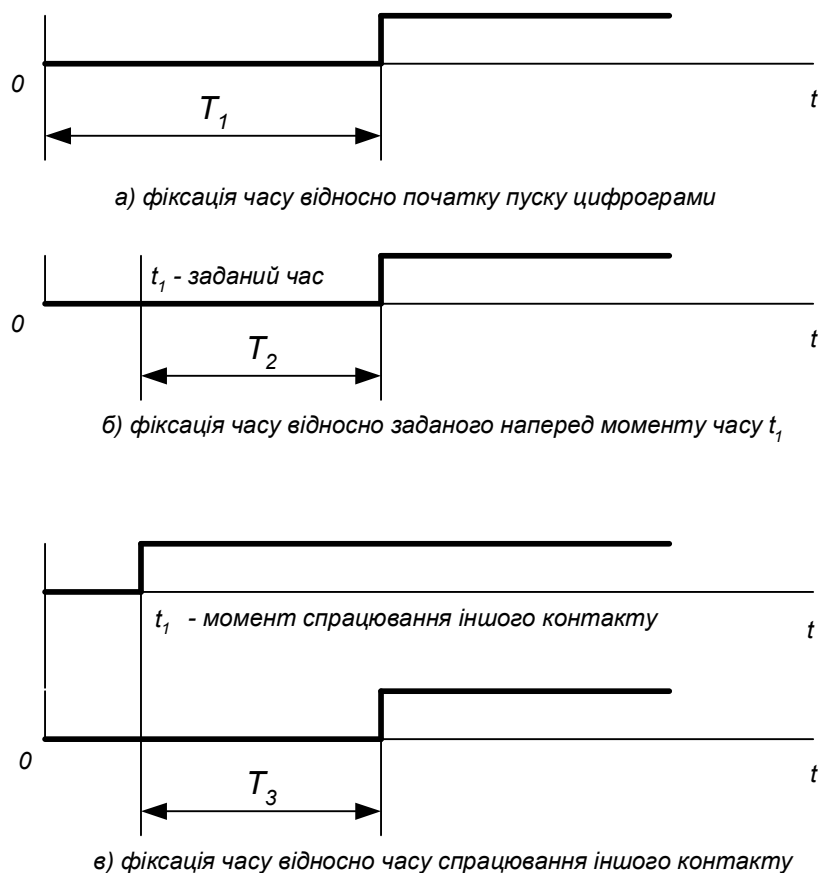


Рис. 3.5. Часові діаграми фіксації часу спрацювання

В п'ятому полі вибирається режим роботи "ПРИСТРОЮ" в залежності від спрацювання контакту.

Передбачені наступні режими:

- "Фіксація часу". В цьому режимі спрацювання даного контакту ніякого впливу на роботу "ПРИСТРОЮ" не викличе. Зафіксується лише час спрацювання згідно заданого у четвертому полі режиму фіксації часу;
- "Зупинка режиму". В цьому режимі після спрацювання контакту відбувається зупинка простої цифрограми, яка є складовою частиною складної цифрограми. Про це детально описано в п. 3.7;
- "Зупинка пристрою". В цьому режимі після спрацювання даного контакту відбувається повна зупинка "ПРИСТРОЮ";
- "Запуск пристрою". Після спрацювання даного контакту здійснюється запуск наперед підготовленої цифрограми. Про це детально описано в п. 3.7.2.

3.2.5. Поле "Бінарні виходи"

Передбачено вісім бінарних виходів, які служать для керування "ПРИСТРОЄМ" зовнішніми пристроями (в деяких модифікаціях "ПРИСТРОЮ" може бути інша кількість бінарних виходів).

Інформація про бінарні виходи задається в груповому полі "*Бінарні виходи*" (рис. 3.2). Порядкові номери бінарних виходів на сторінці "*Конфігурація*" відповідають фізичним виходам "ПРИСТРОЮ".

Для функціонування бінарних виходів необхідно задати наступну інформацію.

В *першому полі* активізується бінарний вихід. Активізувати необхідно тільки ті бінарні виходи, які будуть використовуватись в процесі перевірки.

В *другому полі* вводиться назва бінарного виходу. Ця назва буде фіксуватись в протоколах випробування та на інших сторінках модуля "*Незалежне джерело*".

В *третьому полі* задається початковий стан бінарного виходу – замкнений чи розімкнений (рис. 3.4). Стан вибирається зі списку. Заданий початковий стан відразу ж реалізується фізично в "ПРИСТРОЇ" за наявності зв'язку.

В *четвертому полі* задається режим роботи бінарного виходу. Передбачені два режими роботи:

- "*Незалежний*" – для цього режиму в четвертому полі задається час, коли цей бінарний вихід повинен переключитися в процесі перевірки;
- "*Повторення*" – в цьому режимі бінарний вихід буде перемикатися в моменти перемикання вибраного бінарного входу пристрою, який перевіряється. Бінарний вхід пристрою, який перевіряється, вибирається з списку (у списку є тільки активізовані бінарні входи).

В *п'ятому полі* задається час, на протязі якого бінарний вихід знаходиться у протилежному стані від початкового (задається в третьому полі), починаючи від моменту часу, заданого в четвертому полі. Цей час буде використовуватися тільки в режимі роботи бінарного виходу "*Незалежний*".

3.2.6. Стан бінарних входів та виходів

Передбачена сигналізація про спрацювання контактів пристрою, який перевіряється. Сигналізація реалізована за допомогою зображення "ламп" відповідного кольору.

В груповому полі "*Стан бінарних входів (виходів)*" (рис. 3.2) показане можливе зображення стану контактів. В залежності від характеру спрацювання це зображення може бути:

- сірого кольору – контакт розімкнений;
- червоного кольору – контакт замкнений.

3.3. Сторінка "Векторна діаграма"

Сторінка "Векторна діаграма" передбачена для формування трифазних гармонічних сигналів напруг та струмів, сигналів постійного струму та запуску складних цифрограм.

Загальний вигляд сторінки "Векторна діаграма" (змінний струм) наведений на рис. 3.7.

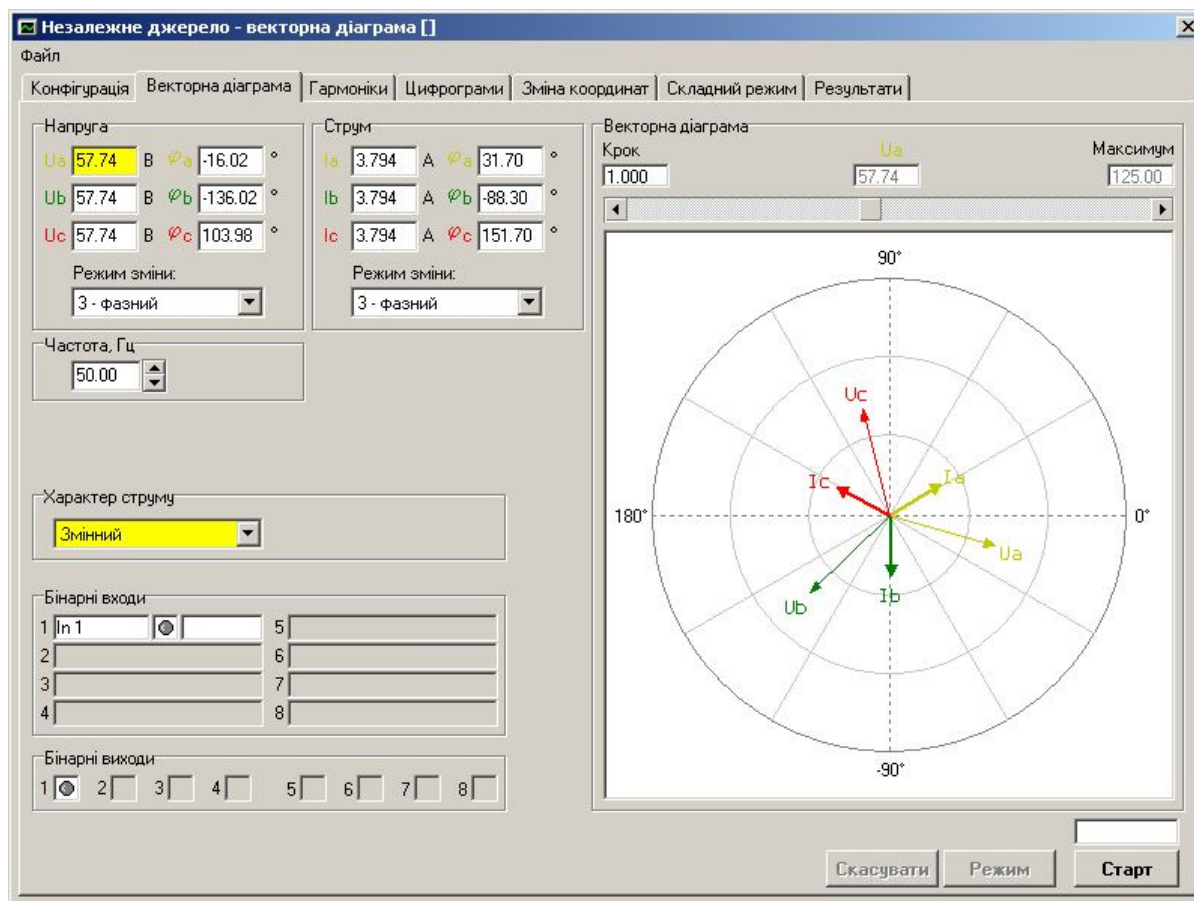


Рис. 3.7. Сторінка "Векторна діаграма" для змінного струму

3.3.1. Формування фазних струмів та напруг

На цій сторінці можна задавати координати режиму, як змінного, так і постійного струму. Вибір потрібного режиму здійснюється в комбінованому полі "Характер струму".

Значення величин струмів, напруг та їхніх початкових фаз можна задавати одним з наступних способів:

- за допомогою клавіатури. Для цього у відповідному полі редагування необхідно ввести потрібне значення. Після переходу до іншого поля або після натиснення на клавішу **<Enter>** це значення зафіксується і відобразиться в полі "Векторна діаграма" відповідним положенням вектора. Слід пам'ятати, що значення величин струмів та напруг будуть обмежуватись максимальними значеннями, які задаються на сторінці "Конфігурація";

- за допомогою скролінга. За допомогою скролінга можна змінювати значення вибраної величини плавно (шляхом переміщення повзунка скролінга) чи дискретно (натискаючи кнопки з стрілками). Для вибору відповідної величини необхідно спочатку активізувати цю величину. Для цього необхідно вибрати відповідне поле редагування *"Напруга"* (*"Струм"*) – поле підсвітиться жовтим кольором. Після цього над скролінгом (скролінг знаходиться в верхній частині поля *"Векторна діаграма"* з'явиться назва величини, яку можна змінювати. Над скролінгом також знаходяться два поля, в яких виводяться крок дискретної зміни величини (задається в цьому полі) та її максимальне значення (задається на сторінці *"Конфігурація"*);
- безпосередньо діючи на відповідний вектор, зображений на векторній діаграмі. Для цього в полі *"Векторна діаграма"* необхідно курсор підвести до кінця потрібного вектора (курсор змінить свою форму) та натиснути на ліву клавішу "миші". Не відпускаючи лівої клавіші "миші", встановлюється необхідне значення вектора. При цьому контролювати величину вектора та його фазу можна у відповідних полях редагування *"Напруга"* (*"Струм"*).

Крім значень фазних струмів та фазних напруг користувач може контролювати і інші параметри – лінійні напруги U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} ; різницю фазних струмів $I_A - I_B$, $I_B - I_C$, $I_C - I_A$; значення симетричних складових напруг та струмів, відповідно U_1 , U_2 , U_0 , I_1 , I_2 , I_0 , а також значення активної, реактивної та повної потужностей в фазах P_A , Q_A , S_A , P_B , Q_B , S_B , P_C , Q_C , S_C . Для цього необхідно скористатися локальним меню поля *"Векторна діаграма"*.

На сторінці *"Векторна діаграма"* передбачена можливість зміни частоти гармонічних сигналів. Значення частоти можна змінювати безпосередньо в полі редагування, а також дискретно, натискаючи відповідні кнопки зі стрілками, розміщеними справа від поля. Крок зміни частоти задається на сторінці *"Конфігурація"*.

3.3.2. Режими формування фазних струмів та напруг

Передбачена можливість задавати режими формування струмів та напруг. Потрібний режим задається в груповому полі *"Режим зміни"* (для напруг та струмів режими зміни задаються незалежно). Передбачені наступні режими:

- *"Незалежний"*. В цьому режимі можна незалежно змінювати величину та фазу кожного з векторів напруги (струму);
- *"Трифазний"*. В цьому режимі передбачена можливість задавати початкові умови для симетричного режиму. Після зміни будь-якого з трьох векторів (за величиною та фазою) два інших вектори змінюються автоматично – величина їх стає такою самою, як і в зміненого вектора, а відповідні фази зміщуються на $\pm 120^\circ$;
- *"Однофазний"*. В цьому режимі задаються однакові початкові умови для всіх трьох векторів як за величиною, так і за фазою. Зміна будь-якого з трьох векторів автоматично викликає аналогічну зміну двох інших векторів. Всі вектори змінюються синфазно. Це дає можливість для струмових кіл (при паралельному з'єднанні всіх виходів струмових посилювачів) збільшити вихідний струм у три рази;

- *"Двофазний режим (AB – C)".* В цьому режимі зміна вектора напруги фази А приводить до автоматичної зміни вектора напруги фази В. При цьому вектор фази В змінюється за величиною аналогічно вектору фази А, а за фазою зміщений на кут 180° . Аналогічно здійснюється зміна вектора напруги (струму) фази А після зміни вектора напруги (струму) фази В. Третій вектор напруги – фазу С можна змінювати незалежно. Для струмів цей режим дещо інший. Струми фаз А та В змінюються синфазно, а струм фази С змінюється незалежно. Це дає можливість здійснювати перевірку складних пристроїв РЗА під час імітації двофазних к.з.;
- *"Симетричні складові".* В цьому режимі можна задавати значення величин прямої, оберненої та нульової послідовностей як для струмів, так і для напруг. Значення складових та їх початкові фази можна задавати у відповідних полях редагування (після переходу в цей режим поля редагування для фазних величин зміняться на поля редагування для симетричних складових), а також при допомозі скролінга. В полі *"Векторна діаграма"* будуть відображатись фазні значення струмів та напруг, які відповідають заданим значенням симетричних складових і, які будуть генеруватись *"ПРИСТРОЄМ"*. Слід пам'ятати, що система здійснює автоматичний контроль за фазними величинами згідно обмежень, заданих на сторінці *"Конфігурація"*. У випадку, коли користувач задав таке значення однієї з симетричних складових, яке приведе до збільшення фазної величини за допустиму границю, то система проігнорує цю зміну і залишить попереднє значення;
- *"Потужності P та Q".* В цьому режимі користувач може задавати значення активної та реактивної потужності, які може генерувати *"ПРИСТРІЙ"* на об'єкт перевірки. Після переходу в цей режим, в полях редагування, де задавались значення фазних величин чи симетричних складових, необхідно вводити значення активної та реактивної потужностей. Значення потужностей задаються незалежно для кожної фази. Для цього режиму є наступна особливість. Якщо в полі фазних напруг задається режим *"P, Q"*, то автоматично в полі фазних струмів задається режим *"Незалежний"* і навпаки, якщо в полі фазних струмів задається режим *"P, Q"*, то в полі фазних напруг задається режим *"Незалежний"*. При цьому, якщо в полі напруг задаються значення потужностей, то для заданих потужностей та струмів здійснюється розрахунок напруг, який би відповідав співвідношенням $P = \text{Real}(U \cdot I)$, $Q = \text{Im}(U \cdot I)$. У випадку, коли значення потужностей задаються в полі струмів, то автоматично здійснюється розрахунок струмів, які б відповідали заданим значенням потужностей та напруг. Значення потужностей можна також задавати при допомозі скролінга. В полі *"Векторна діаграма"* відображається векторна діаграма фазних струмів та напруг, які відповідають заданим потужностям. Як і в режимі симетричних складових, система здійснює автоматичний контроль за значеннями фазних струмів та напруг. У випадку, коли користувач задав таке значення потужності, яке приведе до збільшення фазної величини напруги чи струму за допустиму границю, то система проігнорує цю зміну і залишить попереднє.

3.3.3. Режими запуску цифrogram

Запуск цифrogramи може здійснюватись в двох режимах:

- "Гармонічний сигнал";
- "Складний режим".

В режимі "Гармонічний сигнал" здійснюється запуск цифrogramи, яка відповідає сформованим на цій сторінці гармонічним сигналам (напругам та струмам).

Слід пам'ятати, що сигнали, які відображені на сторінці "Векторна діаграма", представлені в форматі діючих значень, а "ПРИСТРІЙ" буде генерувати гармонічні сигнали в миттєвих координатах за наступним законом:

$$\begin{aligned}
 u_A &= \sqrt{2} \cdot U_A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{AU}); \\
 u_B &= \sqrt{2} \cdot U_B \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{BU}); \\
 u_C &= \sqrt{2} \cdot U_C \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{CU}); \\
 i_A &= \sqrt{2} \cdot I_A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{AI}); \\
 i_B &= \sqrt{2} \cdot I_B \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{BI}); \\
 i_C &= \sqrt{2} \cdot I_C \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{CI});
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

де $U_A, U_B, U_C, I_A, I_B, I_C, \varphi_{AU}, \varphi_{BU}, \varphi_{CU}, \varphi_{AI}, \varphi_{BI}, \varphi_{CI}$ – діючі значення фазних напруг, струмів та їх початкові фази; f – задана частота, Гц; t – час, с.

Генерація гармонічних сигналів здійснюється "ПРИСТРОЄМ" на протязі заданого часу, починаючи з моменту $t=0$.

Для запуску цифrogramи гармонічних сигналів необхідно натиснути кнопку "Старт" – "ПРИСТРІЙ" почне генерувати заданий гармонічний сигнал за законом (3.1). В режимі генерації текст кнопки зміниться на "Стоп" і почне мигати, а в полі над кнопкою буде відображатись час генерації.

Генерація може бути зупинена наступним чином:

- натисненням на кнопку "Стоп". Після цього генерація гармонічного сигналу припиниться і в полі відобразиться час, на протязі якого вона відбувалася;
- спрацюванням контакту, який запрограмований в режимі "зупинка пристрою" (див. п. 3.2.4).

В полі "Бінарні входи" відображається реальний стан бінарних входів (незалежно чи відбувається генерація чи ні) відповідною сигналізацією лампи. Крім того, в процесі генерації відображається також час першого спрацювання відповідного бінарного входу. Абсолютний час (від моменту початку генерування) відображається зеленим кольором, а

відносний – червоним. Наприклад, якщо в конфігурації бінарного входу значення *"Фіксація часу"* відмінне від нуля, то буде фіксуватися відносний час червоним кольором.

В полі *"Бінарні виходи"* відображається їх реальний стан. Крім того, користувач може керувати станом бінарного виходу шляхом подвійного "кліку" в полі зі зображенням сигнальної лампи відповідного бінарного виходу.

В режимі *"Складний режим"* здійснюється запуск цифрограми, сформованої на сторінці *"Складний режим"* (див. п. 3.7). Цей режим застосовується у випадку, коли потрібно багатократно повторювати генерацію складної цифрограми, одним з фрагментів якої є гармонічний сигнал, сформований на сторінці *"Векторна діаграма"* і який потрібно весь час змінювати. Наприклад, складна цифрограма, складається з доаварійного режиму, який є незмінним, та аварійного режиму, який потрібно весь час змінювати. Тоді на сторінці *"Векторна діаграма"* послідовно формуються різні фрагменти аварійного підрежиму та запускається складний режим, який сформований на сторінці *"Складний режим"*.

Запуск складного режиму здійснюється шляхом натискання кнопки **"Режим"**. Після цього складний режим завантажується в "ПРИСТРІЙ". Процес завантаження відображається у діалоговому вікні. Після завантаження назва кнопки **"Режим"** змінюється на **"Пуск"**. Натисненням цієї кнопки починається процес генерації. Пуск генерації може також здійснитися у випадку спрацювання бінарного входу, якщо він сконфігурований для режиму *"Запуск пристрою"*.

Цей режим може бути реалізований тільки у випадку коли він є підрежимом складного режиму. В протилежному випадку кнопка **"Режим"** є недоступною.

3.3.4. Формування сигналів постійного струму

Для перевірки пристроїв, які працюють на постійному струмі необхідно сторінку *"Векторна діаграма"* перевести в режим відображення постійного струму. Для цього на сторінці *"Векторна діаграма"* (див. рис. 3.7) в полі списку *"Характер струму"* необхідно задати режим *"Постійний"*. Після цього сторінка *"Векторна діаграма"* прийме вигляд (рис. 3.8).

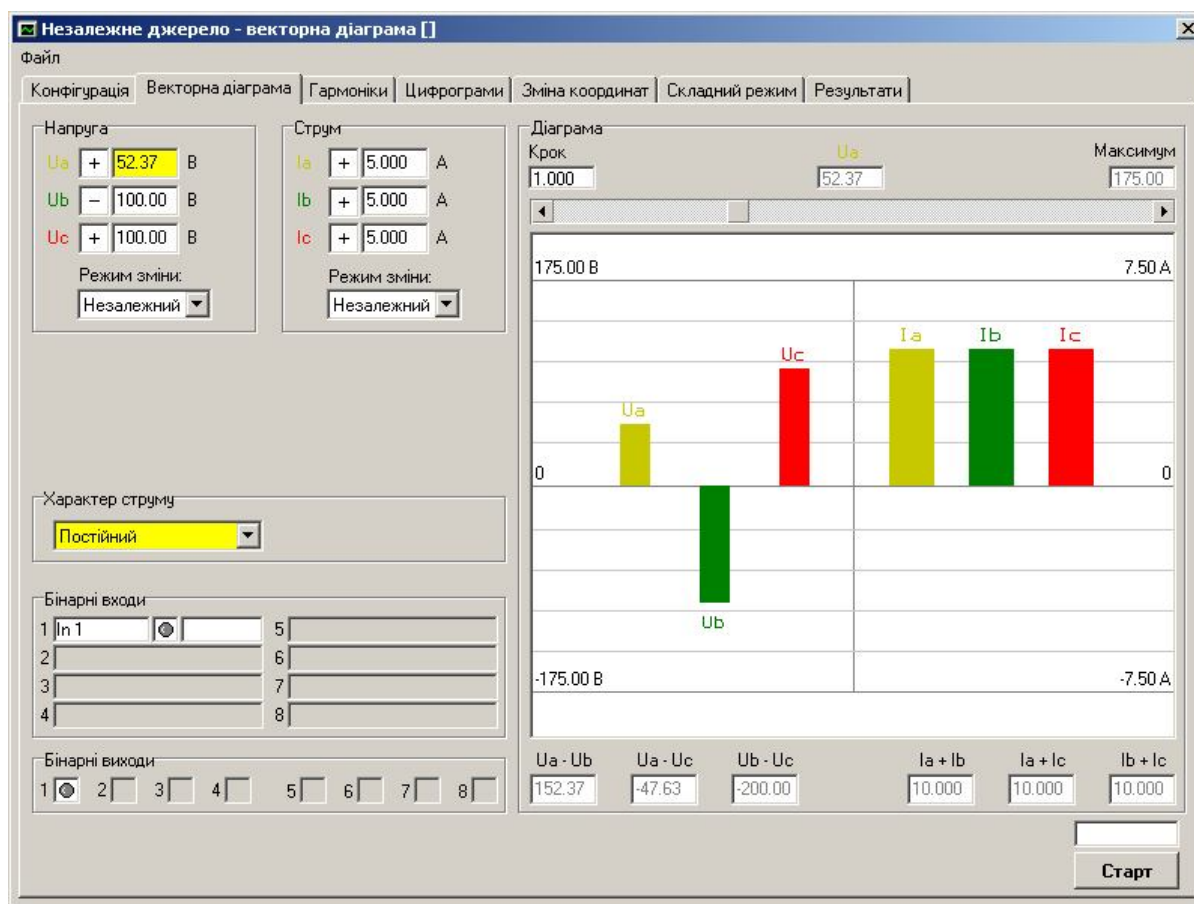


Рис. 3.8. Сторінка "Векторна діаграма" для постійного струму

На цій сторінці можна задавати величини постійних напруг та струмів аналогічно, як і для змінного характеру струму.

Знак постійної напруги та струму задається в полі, яке знаходиться зліва від значення величини напруги чи струму. Слід пам'ятати, що для зміни знаку величини необхідно двічі клацнути у відповідному полі.

Передбачені наступні режими зміни напруг та струмів, які задаються в полі "Режим зміни":

- "Незалежний". В цьому режимі можна незалежно змінювати величину трьох напруг (струмів);
- "A – B – C" - трифазний. В цьому режимі передбачена можливість задавати напруги (струми) для симетричного режиму. Після зміни будь-якої з трьох напруг (струмів) дві інші величини змінюються автоматично – значення їх стає таким самим, як і в зміненої величини;
- "A – B", "C – A", "B – C" - двофазний режим. В цьому режимі зміна напруги A приводить до автоматичної зміни напруги B. При цьому напруга B змінюється за величиною аналогічно напрузі A, але з протилежним знаком. Третя напруга C змінюється незалежно. Аналогічно здійснюється зміна напруги A після зміни

напруги В. Зміна струмів в цьому режимі відбувається дещо по іншому. Струми А та В змінюються з одним і тим самим знаком, а струм С змінюється незалежно. Аналогічним чином здійснюється зміна напруг та струмів в режимах $C - A$, $B - C$. Для зручності роботи в цьому режимі в окремих полях, розміщених нижче поля "Діаграма", виводяться значення різниць напруг $U_A - U_B$, $U_A - U_C$, $U_B - U_C$ та суми струмів $I_A + I_B$, $I_A + I_C$, $I_B + I_C$.

3.4. Сторінка "Гармоніки"

Сторінка "Гармоніки" передбачена для формування складних гармонічних сигналів з врахуванням вищих гармонічних складових, субгармонік та з врахуванням аперіодичної складової.

Загальний вигляд сторінки "Гармоніки" наведений на рис. 3.9.

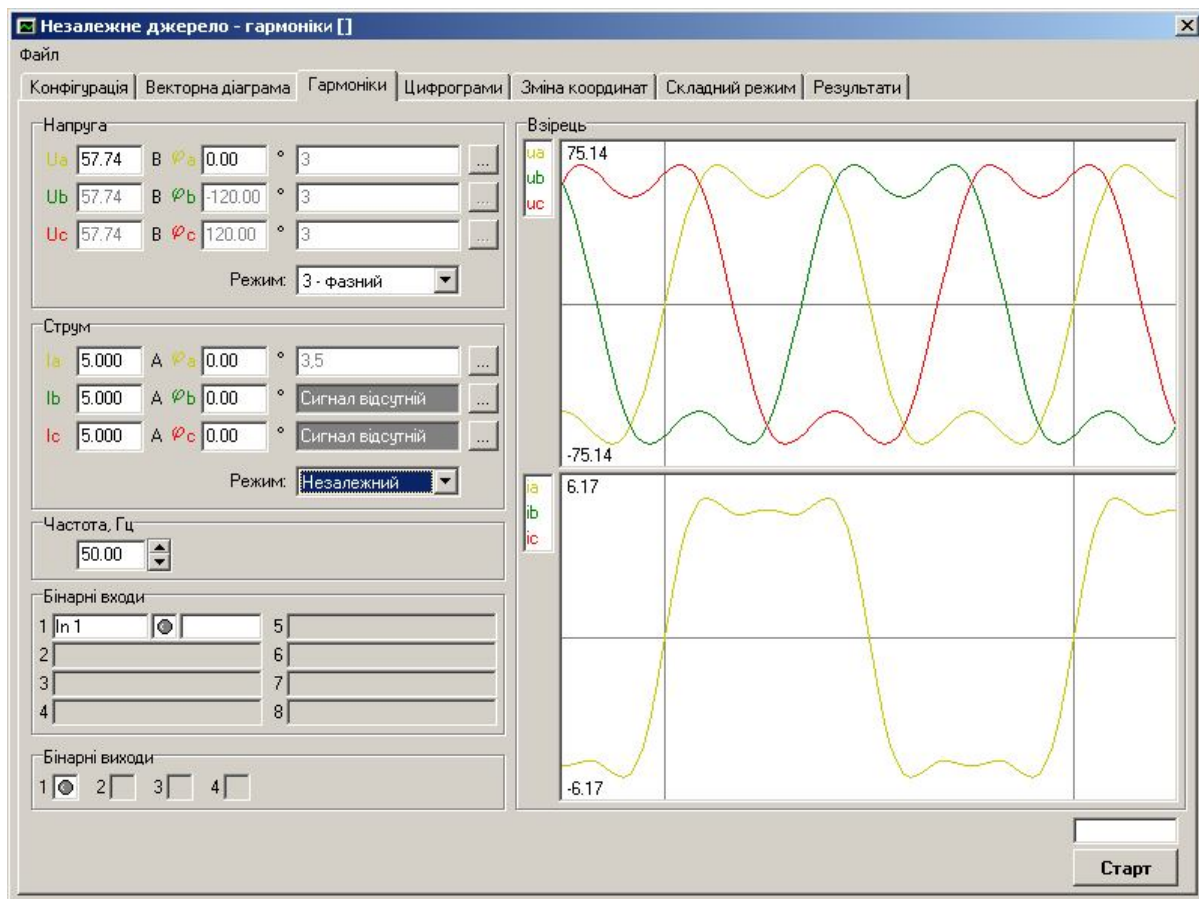


Рис. 3.9. Сторінка "Гармоніки"

3.4.1. Формування фазних струмів та напруг

Для формування гармонічних складових необхідно задати в полях редагування "Напруга" та "Струм" діючі значення відповідно напруг та струмів, відносно яких будуть

вираховуватись вищі гармонічні складові, початкові фази, а також вибрати з бібліотеки потрібну форму сигналу.

Зміна основної частоти гармонічного сигналу здійснюється в полі редагування *"Частота"*.

Передбачені два режими формування фазних напруг та фазних струмів, які задаються в полі *"Режим"*:

- *"Незалежний"*;
- *"3-фазний"*.

В незалежному режимі максимальні діючі значення всіх трьох напруг, трьох струмів та їх фази задаються незалежно.

В 3-фазному режимі активними є вікна напруг та струмів лише для фази А. Якщо змінюються діючі значення напруг чи струмів фази А, автоматично такими самими стають діючі значення напруг та струмів фаз В та С. Після зміни початкових фаз напруг та струмів фази А початкові фази напруг та струмів фаз В та С автоматично перераховуються на відносну величину $\pm 120^\circ$ відповідно.

Для вибору гармонічних складових з бібліотеки необхідно натиснути кнопку в полі *"Напруга"* та *"Струм"* – з'явиться діалогове вікно (рис. 3.10).

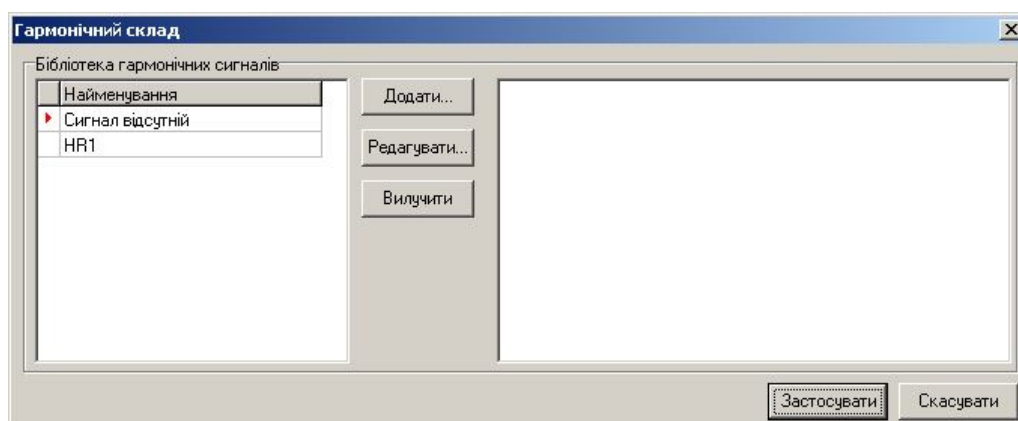


Рис. 3.10. Бібліотека гармонічних сигналів

У цьому вікні наведений список заздалегідь сформованих гармонічних сигналів.

Цю бібліотеку можна коригувати – формувати нові сигнали, редагувати існуючі, вилучати непотрібні. Для цього передбачені функціональні кнопки **"Додати"**, **"Редагувати"**, **"Вилучити"**.

Слід пам'ятати, що в списку є запис *"Сигнал відсутній"*, який не можна вилучити чи редагувати. Цей запис використовується для випадку, коли потрібно задати нульовий рівень сигналу напруги чи струму.

Для вибору потрібного сигналу необхідно виділити його в списку та натиснути кнопку **"Застосувати"**.

В правій частині вікна відображається форма вибраного з списку складного гармонічного сигналу: зеленим кольором зображені окремі гармонічні складові, а іншим – результуючий сигнал.

3.4.2. Створення нового гармонічного сигналу

У випадку, коли необхідно створити новий складний гармонічний сигнал та записати його в бібліотеку, необхідно у вікні (рис. 3.10) натиснути кнопку "Додати" – з'явиться вікно "Формування гармонічного сигналу" (рис. 3.11).

Рис. 3.11. Формування гармонічного сигналу

В полі редагування "Найменування" необхідно ввести назву нового сигналу. Задання найменування є обов'язковим і має бути унікальним.

Складний гармонічний сигнал формується як сума гармонічних сигналів вищих гармонік, субгармонік та аперіодичної складової за виразом

$$a(t) = \sum_{i=1}^n (\sqrt{2} \cdot A_i \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot N_i \cdot t + \text{Phi}_i) \cdot e^{-k_i \cdot t}), \quad (3.2)$$

де n – кількість гармонік; A_i – величина i -ї гармоніки у відсотках від величини сигналу, заданого у відповідних полях "Напруга", "Струм" (рис. 3.9); f – основна частота (задається в полі "Частота" на сторінці "Гармоніки" (рис. 3.9)); N_i – порядковий номер гармоніки відносно основної частоти; t – час; Phi_i – початкова фаза кожної гармоніки; k_i – коефіцієнт затухання аперіодичної складової.

Для того, щоб додати нову складову сигналу необхідно натиснути кнопку **"Додати"**. При цьому у списку складових появиться новий рядок, в якому задається інформація про складову.

Передбачена можливість вилучати окремі складові сигналу. Для цього необхідно скористатися кнопкою **"Вилучити"**.

В процесі формування сигналу у полі *"Взірець"* буде відображатися форма сигналу.

Для формування сигналу без аперіодичної складової, необхідно коефіцієнту затухання k_i присвоїти значення 0.

Якщо потрібно сформувати сигнал, який містить тільки аперіодичну складову, необхідно задати наступну інформацію:

- початкове значення аперіодичної складової, яке визначається з виразу $A_i / \sqrt{2}$;
- порядковий номер гармоніки $N_i = 0$;
- значення початкової фази $Phi_i = 90^\circ$;
- швидкість затухання аперіодичної складової задати відповідним значенням коефіцієнта k_i .

Якщо необхідно сформувати субгармонічну складову, необхідно порядковий номер N_i задати меншим 1. Наприклад, для того щоб задати субгармоніку частотою 25 Гц при основній 50 Гц, необхідно N_i задати значення 0,5.

Приклад формування складного гармонічного сигналу наведений на рис. 3.12.

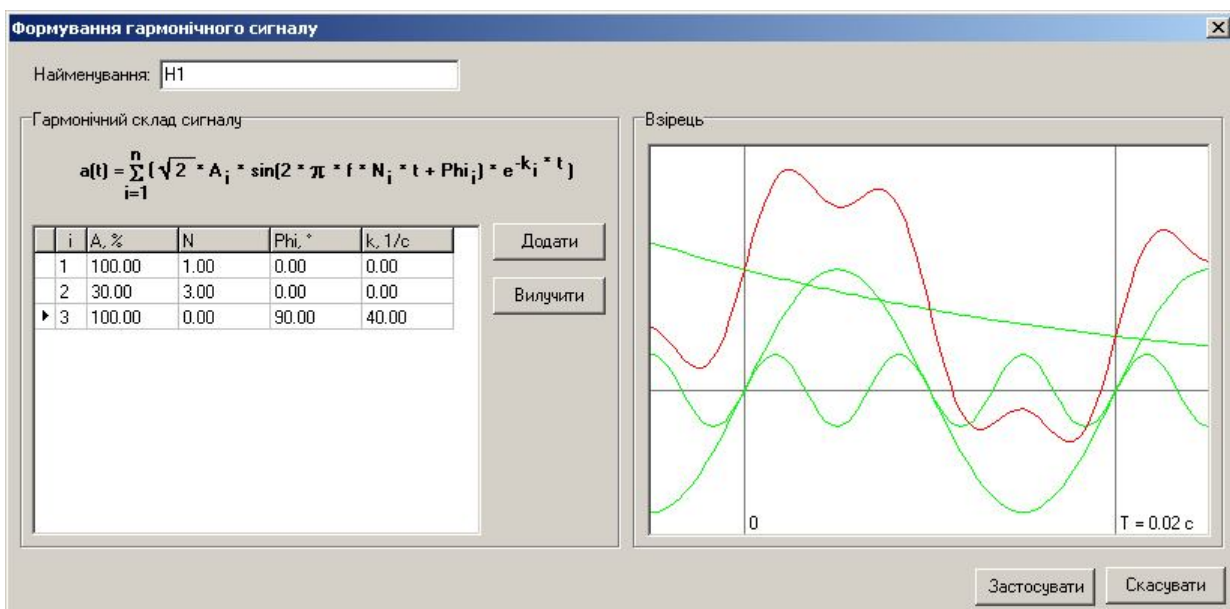


Рис. 3.12. Приклад формування складного гармонічного сигналу

Після закінчення формування сигналу необхідно натиснути кнопку **"Застосувати"** (рис. 3.12) – новий складний сигнал запишеться в бібліотеку.

3.4.3. Запуск цифрограм з складним гармонічним сигналом

Запуск цифрограми, яка відповідає сформованому на цій сторінці складному гармонічному сигналу, здійснюється шляхом натискання на кнопку **"Старт"** (рис. 3.9). Після цього інформація про гармонічний сигнал завантажується в **"ПРИСТРІЙ"**. Процес завантаження відображається у діалоговому вікні. Після завантаження починається процес генерування сигналу **"ПРИСТРОЄМ"**.

Якщо сигнал не містить аперіодичної складової, то **"ПРИСТРІЙ"** буде генерувати сигнал до примусової зупинки користувачем, шляхом натиснення кнопки **"Стоп"** або у разі спрацювання бінарного входу, який сконфігурований в режимі *"Зупинка пристрою"* (див. п. 3.2.4).

Якщо в сигналі наявна аперіодична складова, то після натиснення кнопки **"Старт"** відкриється діалогове вікно, в якому задається час генерації складного сигналу. Цей час по замовчуванню розраховується як: $T = 3 \cdot \tau_i = 3 \cdot 1 / k_i$, де k_i - мінімальний коефіцієнт затухання згідно (3.2). Користувач може цей час скоректувати. Генерація почнеться після натиснення у цьому вікні кнопки **"Застосувати"**. У цьому випадку сигнал буде генеруватися на протязі часу T . Генерацію сигналу можна зупинити раніше шляхом натиснення кнопки **"Стоп"** або у разі спрацювання бінарного входу, який сконфігурований в режимі *"Зупинка пристрою"*.

3.5. Сторінка "Цифрограми"

Сторінка "Цифрограми" призначена для відтворення в реальному часі "ПРИСТРОЄМ" форм струмів та напруг, сформованих у цифровому форматі іншими цифровими пристроями РЗА чи різноманітними цифровими моделями.

Загальний вигляд сторінки *"Цифрограми"* наведений на рис. 3.13.

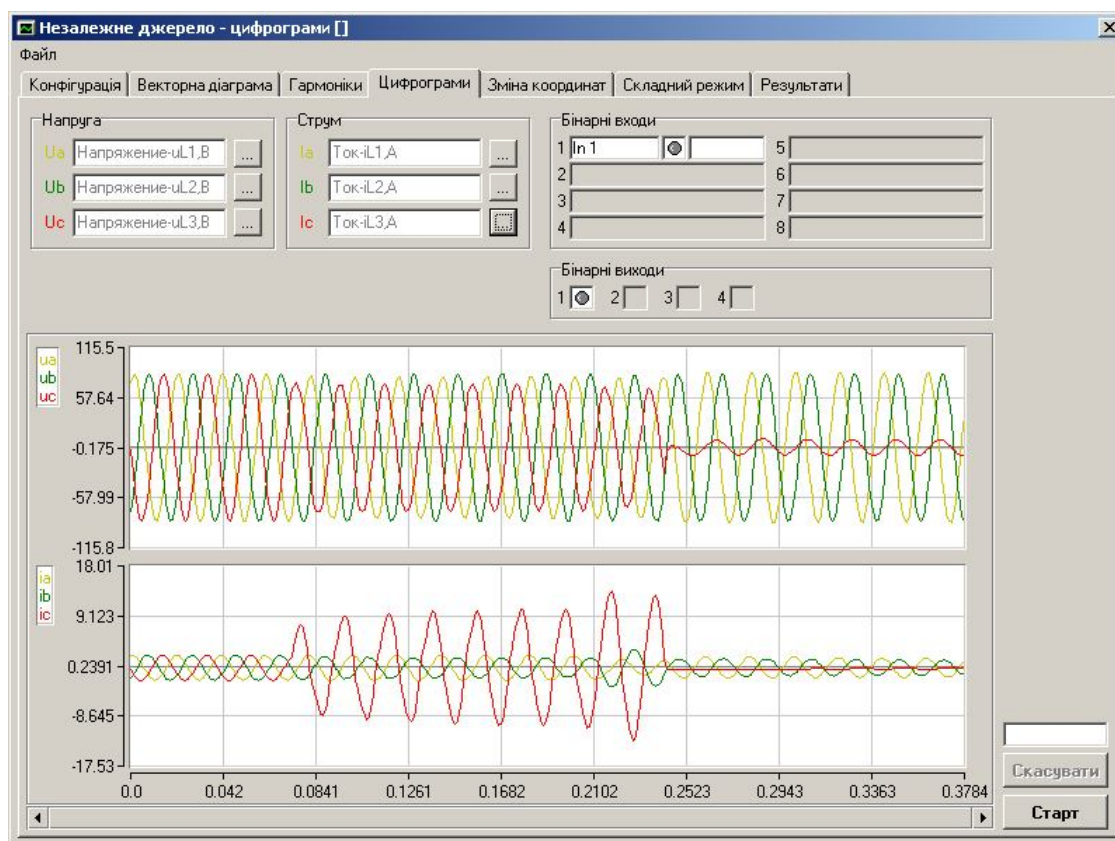


Рис. 3.13. Сторінка "Цифрограми"

3.5.1. Формування фазних струмів та напруг

Формування фазних струмів та напруг здійснюється у відповідних полях "Напруга" та "Струм" (рис. 3.13). Для цього необхідно натиснути кнопку, розташовану справа від відповідного поля. Після цього з'явиться вікно "Вибір сигналу" (рис. 3.14).

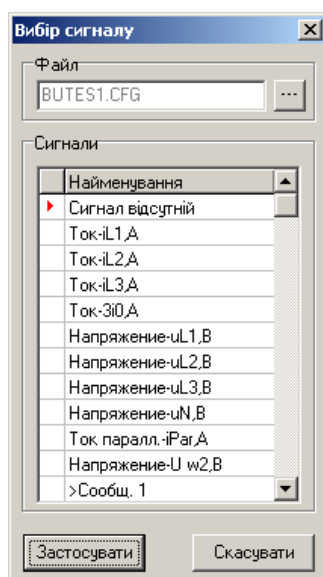


Рис. 3.14. Вибір сигналу

В полі "Файл" здійснюється вибір файлу, в якому зберігається потрібна інформація. Для цього необхідно натиснути на кнопку, розташовану справа від поля "Файл" – з'явиться стандартне діалогове вікно вибору файлу (рис. 3.15).

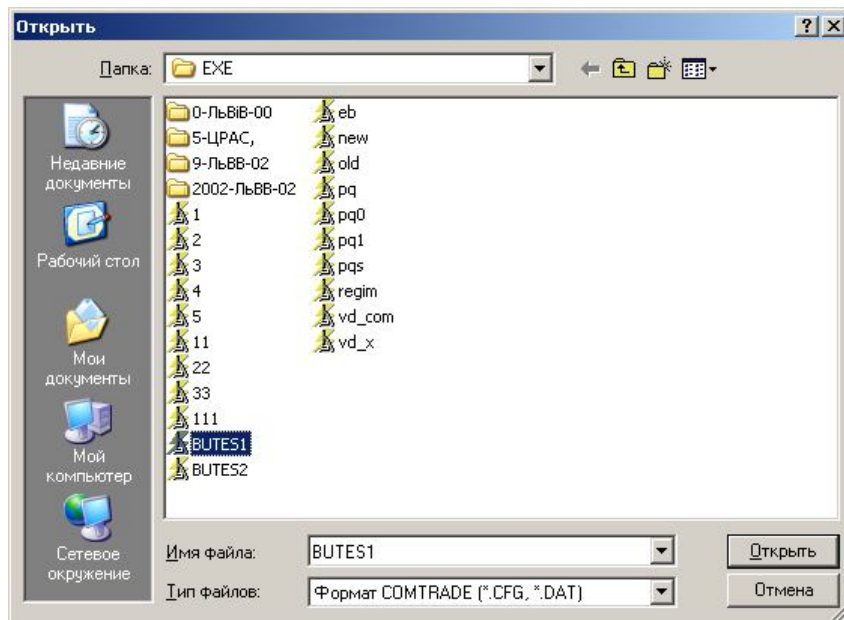


Рис.3.15. Вибір файлу

Після вибору потрібного файлу (на даний час система підтримує файли у форматах (*.TGR (текстові), *.FLS (фірми ІМСКОЕ) та *.CFG (міжнародний стандарт COMTRADE)) у вікні "Вибір сигналу" в полі "Сигнали" (див. рис. 3.14) з'явиться список з сигналами, які зберігаються в даному файлі. З цього списку вибирається відповідний сигнал та натискається кнопка "Застосувати". Інформація зчитується з вибраного файлу. Після завершення процесу зчитування назва вибраного сигналу відображається у відповідному полі вікна (рис. 3.13), а графічна форма сигналу відображається в полі, яке розміщене в нижній частині сторінки.

В полі "Вибір сигналу" (рис. 3.14) є стрічка з написом "Сигнал відсутній", активізувавши яку, можна записати у вибраний канал напруги чи струму нульовий рівень сигналу. Ця стрічка завжди знаходиться на першому місці списку.

На основі вибраних сигналів формуються координати режиму, які будуть генеруватися "ПРИСТРОЄМ".

Слід пам'ятати, що для кожного каналу інформацію можна зчитувати з різних файлів, де вона може бути записана з різних пристроїв та з різною дискретизацією.

Після цього з вибраними сигналами в полі відображення можна здійснювати наступні операції: масштабувати, виділяти окремі часові відрізки, проглядати миттєві значення координат тощо. Вибір відповідної команди здійснюється з локального меню (рис. 3.16).

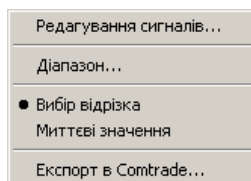


Рис. 3.16. Локальне меню поля відображення сигналів

Команда "Редагування сигналів".

Після виклику цієї команди з'явиться вікно (рис. 3.17).

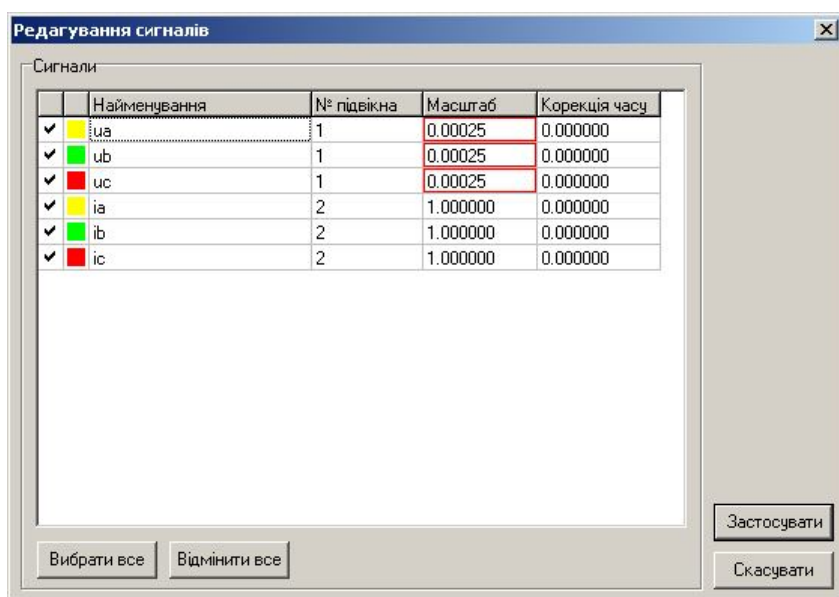


Рис. 3.17. Вікно "Редагування сигналів"

У цьому вікні можна змінювати масштаб координат режиму – для цього в полі "Масштаб" напроти потрібної координати необхідно ввести коефіцієнт масштабування – всі значення цієї координати помножаться на значення цього коефіцієнта. Слід пам'ятати, що значення координат будуть обмежуватись максимальними значеннями за напругою та струмом, які задаються на сторінці "Конфігурація". Тому необхідно масштабувати ці величини.

Можна також здійснити зміщення координат режиму за часом. Для цього в полі "Корекція часу" напроти потрібної координати необхідно задати в секундах зміщення за часом – дана координата зміститься на задану величину часу відносно решти координат.

В полі "№ підвікна" можна задавати номери підвікон, в яких відображаються координати. По замовчуванню в першому підвікні відображаються напруги, в другому – струми.

В першому полі є можливість вибирати координати для відображення. По замовчуванню відображатися будуть всі координати. Використовуючи кнопки "Вибрати все" та "Відмінити все" вибір чи відміну можна здійснювати для всіх координат. Але хоча б одна координата для відображення повинна бути обов'язково задана. В протилежному випадку з'явиться вікно з повідомленням (рис. 3.18).

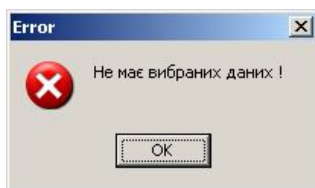


Рис. 3.18. Помилка в випадку, коли не вибраний жодний сигнал

Слід пам'ятати, вибір координат у вікні "Редагування сигналів" (див. рис. 3.17) здійснюється тільки для відображення. "ПРИСТРОЄМ" будуть генеруватися всі сигнали з врахуванням масштабування та корекції часу.

Після внесення змін необхідно натиснути кнопку "Застосувати".

У разі запису цифrogram у бібліотеку режимів чи запуску генерації шляхом натиснення кнопки "Старт" задані координати режиму скоректуються з врахуванням внесених змін і після повторного виклику вікна "Редагування сигналів" в полях "Масштаб" будуть записані "1", а в полях "Корекція часу" – "0".

Команда "Діапазон".

При допомозі цієї команди (рис. 3.16) можна виділити окремі відрізки цифrogram на заданому діапазоні відображення. Після активізації команди "Діапазон" на екран монітора виведеться вікно (рис. 3.19).

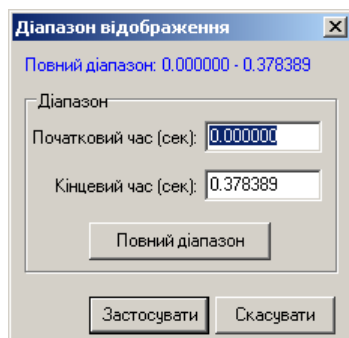


Рис. 3.19. Вікно зміни часового діапазону цифrogram

При допомозі даного вікна можна виділяти потрібний часовий діапазон цифrogram. Для цього в полях "Початковий час (сек)" та "Кінцевий час (сек)" необхідно ввести потрібні значення часового діапазону відображення цифrogram. Якщо користувач задасть значення початкового чи кінцевого часів, які виходять за межі цифrogram, система автоматично обмежить ці значення на рівні мінімального чи максимального значень часового діапазону цифrogram. Для відновлення повного часового діапазону цифrogramи необхідно натиснути кнопку "Повний діапазон". Після внесення всіх змін необхідно натиснути кнопку "Застосувати".

Слід пам'ятати, що після запису цифrogram у бібліотеку режимів чи після натиснення кнопки "Старт" для генерування цифrogram, збережеться тільки виділений фрагмент цифrogram!

Функція "Вибір відрізка".


При допомозі цієї функції можна виділяти певний відрізок цифрограми. Для цього після активізації функції можна за допомогою маніпулятора "миша" виділяти потрібний відрізок безпосередньо у полі відображення цифрограми.

Слід пам'ятати, що зміну діапазону можлива також за допомогою горизонтального скролінга в нижній частині поля відображення. Про це детально описано в п. 9.2.3.1.

Функція "Миттєві значення".

Застосування даної функції дозволяє переглядати миттєві значення координат цифрограм.

Після активізації даної функції необхідно курсор "миші" підвести до потрібного місця у полі з цифрограмою та натиснути на ліву клавішу "миші" – з'явиться вікно, в якому відображений час та миттєві значення координат режиму (рис. 3.20). Не відпускаючи лівої клавіші "миші", можна переміщати курсор вздовж часової осі – у вікні з миттєвими значеннями будуть виводитись миттєві значення координат, які відповідають положенню курсора.



Миттєві значення	
Час (сек): 0.0186	
Назва	Значення
Ua	-0.8007
Ub	62.3880
Uc	-28.3086

Рис. 3.20. Миттєві значення координат цифрограм

Команда "Експорт в Comtrade" дозволяє записати сформовані цифрограми у міжнародному форматі Comtrade. Детально про це описано в п. 9.2.1.8.

3.5.2. Запуск цифрограм

Запуск цифрограм здійснюється шляхом натиснення на кнопку "Старт" (рис. 3.13). Після цього інформація про цифрограму завантажується в "ПРИСТРІЙ". Процес завантаження відображається у діалоговому вікні. Цей процес можна припинити шляхом натиснення кнопки "Скасувати" у цьому вікні. Після завантаження назва кнопки "Старт" змінюється на "Пуск". Натисненням цієї кнопки починається процес генерації "ПРИСТРОЄМ" напруг та струмів. Пуск цифрограми можна здійснювати багаторазово.

Пуск генерації може також здійснитися у випадку спрацювання бінарного входу, якщо він сконфігурований для режиму "Запуск пристрою" або по GPS (див. п. 2.5.13.1 та п. 2.5.13.2), якщо активізована синхронізація від GPS.

Якщо необхідно зупинити процес генерування потрібно натиснути мигаючу кнопку "Стоп".

Після завершення сеансу роботи необхідно натиснути кнопку "Скасувати" – завантажена в "ПРИСТРІЙ" цифрограма буде знищена.

3.6. Сторінка "Зміна координат"

Сторінка "Зміна координат" призначена для відтворення режиму автоматичної зміни (збільшення, зменшення) координат режиму – напруг та струмів для визначення, наприклад, параметрів спрацювання пристроїв, які перевіряють та порівнюють їх з заданими уставками.

Загальний вигляд сторінки "Зміна координат" (для змінного струму) наведений на рис. 3.21.

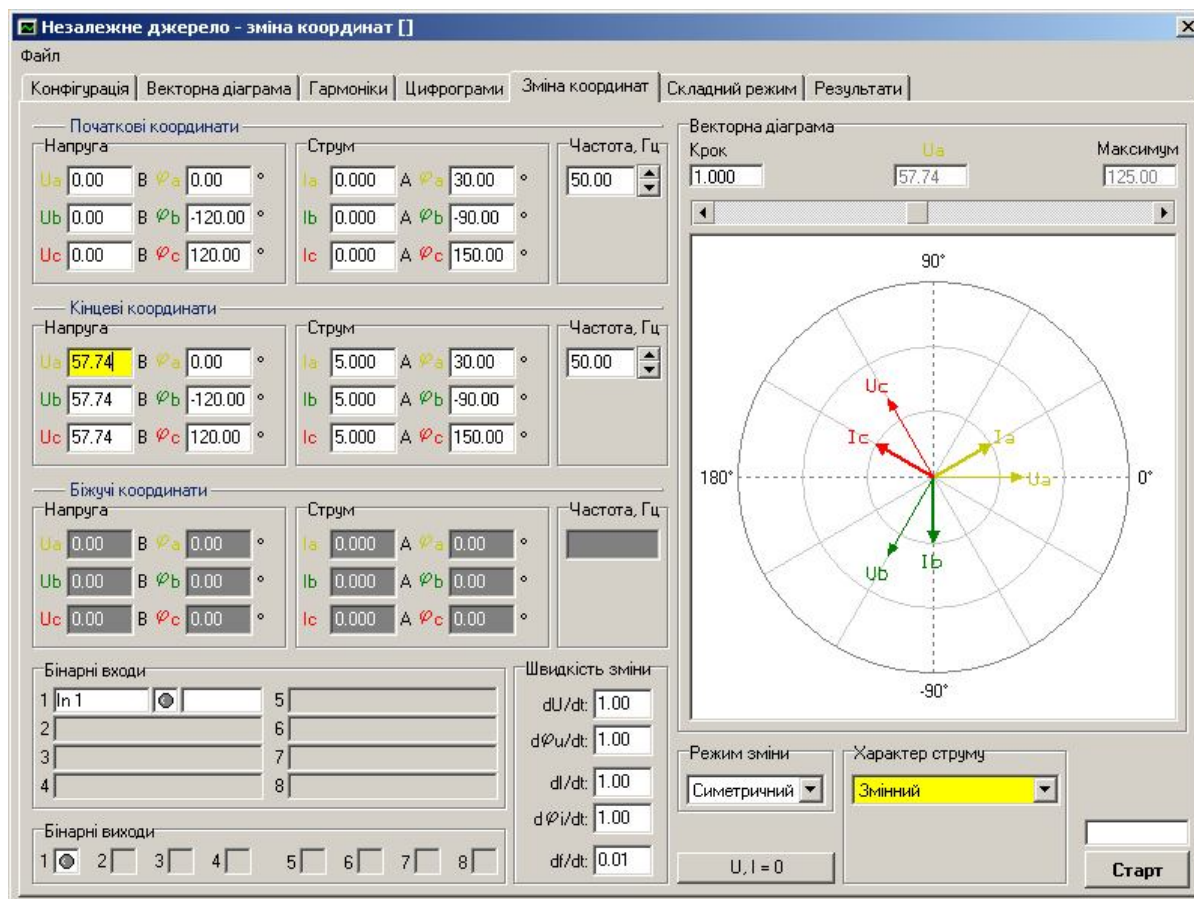


Рис. 3.21. Сторінка "Зміна координат" для змінного струму

3.6.1. Формування зміни змінних напруг та струмів

Для відтворення режиму автоматичної зміни координат режиму необхідно задати початкові та кінцеві значення напруг, струмів, їх фаз та частоти.

Ця інформація задається відповідно в полях "Початкові координати" та "Кінцеві координати". Інформація задається аналогічно, як для сторінки "Векторна діаграма" і цей процес детально описаний в п. 3.3.

При цьому, в полі "Векторна діаграма" відображаються вектори або початкових або кінцевих координат в залежності від того, яке поле є активним ("Початкові координати" чи "Кінцеві координати"). В активному полі одна з координат підсвічена жовтим кольором.

Формування векторних діаграм може здійснюватись на основі одного з двох режимів:

- *"Незалежний"* – кожен з векторів векторної діаграми напруг чи струмів формується незалежно;
- *"Симетричний"* – зміна одного з векторів веде до автоматичної симетричної зміни двох інших.

Режим задається в полі *"Режим зміни"*. Крім того, передбачена можливість задавати нульові значення струмів та напруг. Для цього необхідно натиснути кнопку **"U, I = 0"** – величини векторів напруг та струмів векторної діаграми активного поля приймають значення 0.

Для задання швидкості зміни напруг та струмів передбачене поле *"Швидкість зміни"*. В цьому полі можна задавати окремо швидкість зміни напруги та її фази, відповідно dU/dt , $d\phi_u/dt$, швидкість зміни струму та його фази dI/dt , $d\phi_i/dt$, а також швидкість зміни частоти df/dt .

3.6.2. Формування зміни постійних напруг та струмів

Для перевірки пристроїв РЗА, які працюють на постійному струмі, необхідно задати режим *"Постійний"*, який вибирається в полі *"Характер струму"*. Сторінка *"Зміна координат"* буде мати вигляд (рис. 3.22).

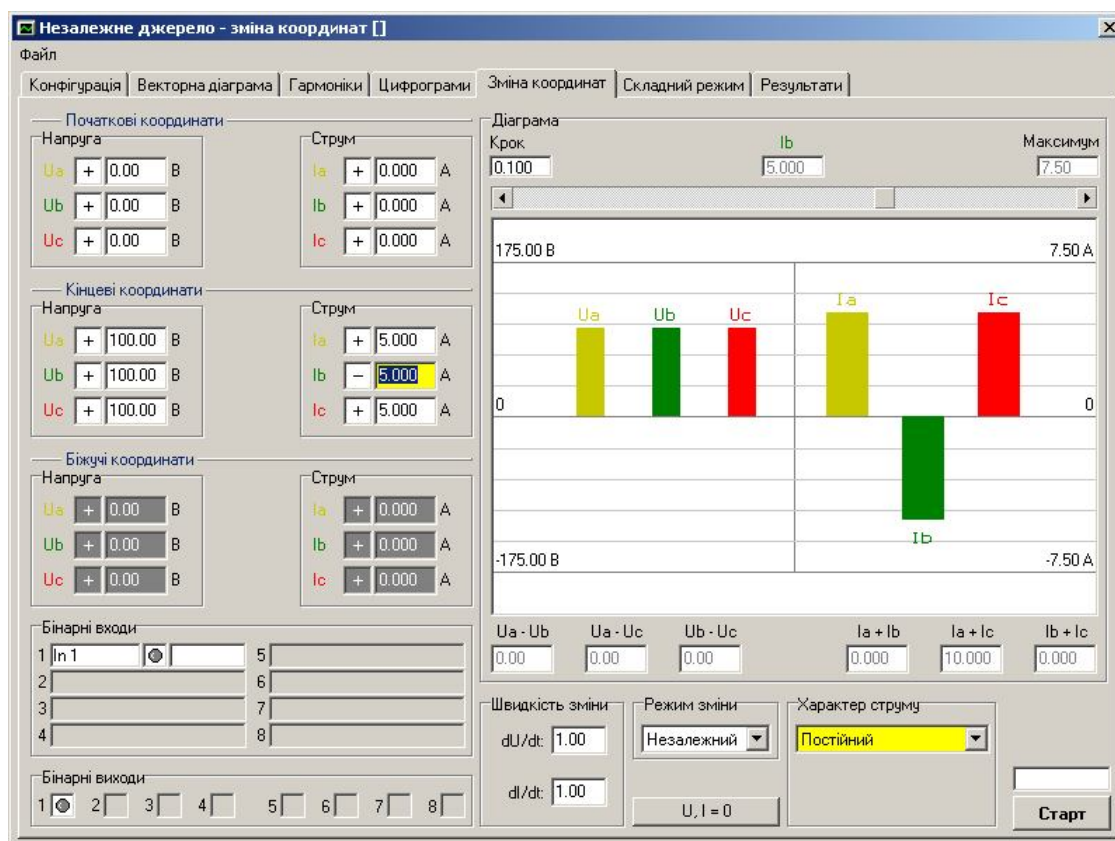


Рис. 3.22. Сторінка "Зміна координат" для постійного струму

3.6.3. Запуск цифrogram

Для запуску генерування необхідно натиснути кнопку **"Старт"** – **"ПРИСТРІЙ"** почне генерувати зміну напруг та струмів. В режимі генерації текст кнопки зміниться на **"Стоп"** і почне мигати, а в полі над кнопкою буде відображатись час генерації.

Генерація може бути зупинена наступним чином:

- натисненням на кнопку **"Стоп"**. Після цього генерація припиниться і в полі відобразиться час, на протязі якого вона відбувалася;
- спрацюванням контакту, який запрограмований в режимі *"Зупинка пристрою"* (див. п. 3.2.4).
- після досягненню напруг та струмів заданого кінцевого значення.

Після запуску в полі *"Біжучі координати"* та в полі *"Векторна діаграма"* (рис. 3.21) або в полі *"Діаграма"* (рис. 3.22) буде відображатись процес зміни координат режиму.

3.7. Сторінка "Складний режим"

Сторінка "Складний режим" призначена для формування на основі простих цифrogram, сформованих на сторінках "Векторна діаграма", "Гармоніки", "Цифrogramи", "Зміна координат", складних цифrogram, призначених для комплексної перевірки пристроїв РЗА.

Складний режим можна формувати як для змінного, так і для постійного струмів. Вибір здійснюється при допомозі залежних перемикачів **"Змінний"**, **"Постійний"**.

Загальний вигляд сторінки *"Складний режим"* для змінного струму наведений на рис. 3.23.

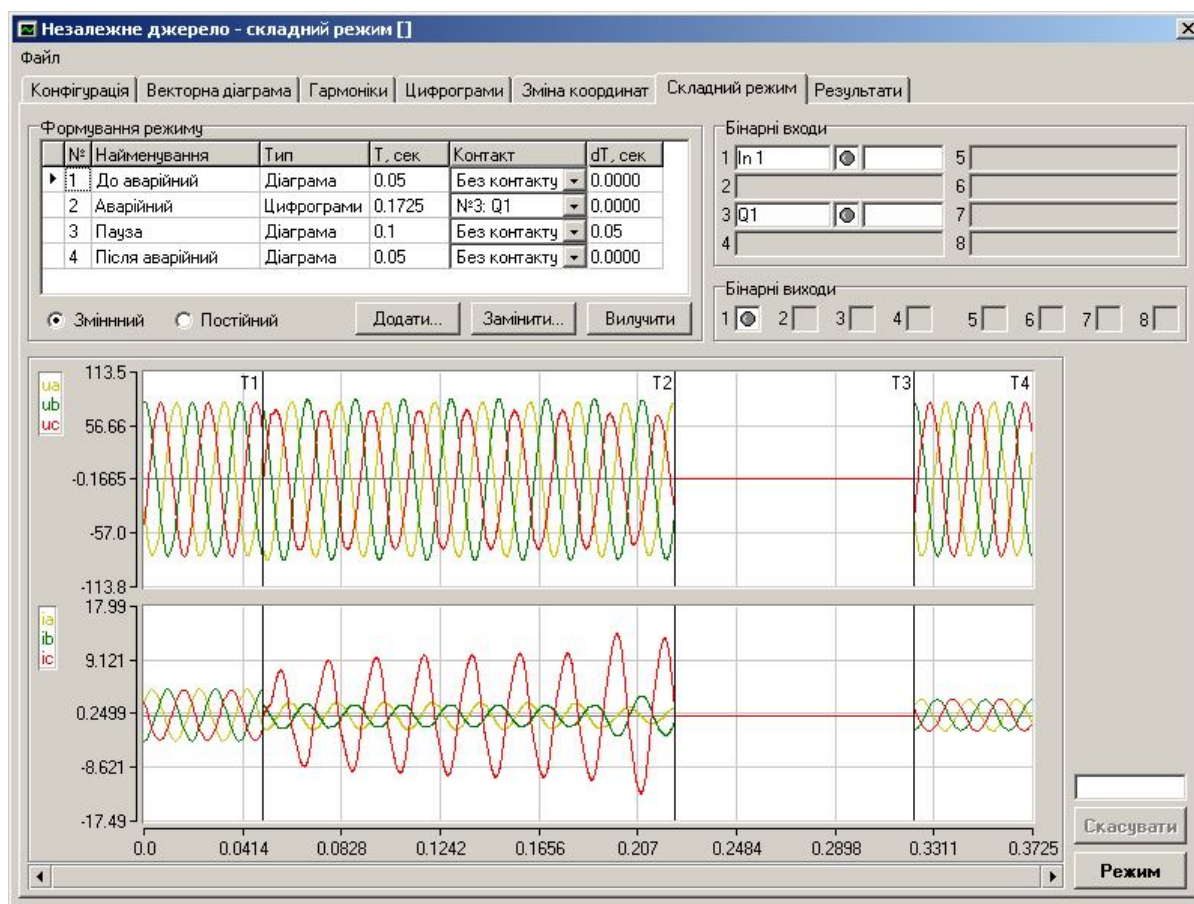


Рис. 3.23. Сторінка "Складний режим"

3.7.1. Формування складного режиму

Складний режим формується на основі бібліотеки, в якій зберігаються раніше сформовані на попередніх сторінках прості режими. Формування складного режиму здійснюється в полі "Формування режиму" (рис. 3.23).

Для того, щоб додати простий режим з бібліотеки необхідно натиснути кнопку "Додати" – з'являється вікно зі списком режимів змінного струму, які є в бібліотеці (рис. 3.24). Якщо складний режим заданий "постійний", то в списку будуть відображені режими тільки постійного струму.

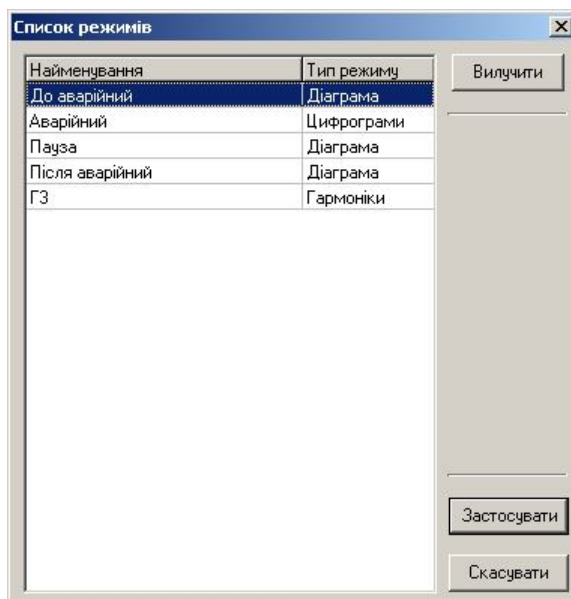


Рис. 3.24. Список режимів

У вікні "Список режимів" в полі "Найменування" приводяться назви режимів, а в полі "Тип режиму" – тип режиму, який відповідає сторінці, де він був сформований: "Діаграма" – сторінка "Векторна діаграма"; "Гармоніки" – сторінка "Гармоніки"; "Цифрограми" – сторінка "Цифрограми"; "Зміна АС" – сторінка "Зміна координат".

У списку необхідно вибрати потрібний режим і натиснути кнопку "Застосувати". У полі "Формування режиму" (див. рис. 3.23) при цьому з'явиться новий рядок з наступною інформацією:

- порядковий номер простого режиму – "№";
- назва простого режиму – "Найменування";
- тип простого режиму – "Тип";
- час, на протязі якого він повинен реалізовуватись в даному складному режимі – "Т (с)". Після вибору простого режиму в цій позиції записаний "0". Тому в цьому полі необхідно ввести потрібне значення часу. Слід відмітити, що для режимів "Цифрограми" та "Зміна координат" час визначається під час формування цього режиму і його редагувати неможливо;
- зупинка простого режиму після спрацювання заданого контакту "Контакт". Вибір контакту здійснюється зі списку. В цьому списку приведені назви контактів, якими на сторінці "Конфігурація" заданий режим "Зупинка режиму". Якщо користувач вибере з списку контакт, то даний простий режим закінчиться за фактом спрацювання цього контакту, або за фактом закінчення відведеного часу, якщо цей контакт не спрацював протягом цього часу. Якщо користувач зі списку вибере "Без контакту", то даний простий режим закінчиться за фактом спливу заданого часу. Застосування даного режиму дозволяє імітувати роботу вимикача після спрацювання захисту;

- час збільшення генерації простого режиму – " $dT(c)$ ". По замовчуванню в цьому полі записано "0". У випадку, коли потрібно збільшити час T генерації простого режиму, наприклад, для імітації власного часу вимкнення або увімкнення вимикача, в цьому полі необхідно задати відповідне значення.

Аналогічним чином вводиться інформація і для решти простих режимів, з яких повинен складатись складний режим.

Слід пам'ятати, що кожний новий режим буде додаватись після вибраної стрічки.

Для вилучення будь-якої простого режиму з складного, необхідно виділити відповідну стрічку з інформацією про нього та натиснути на кнопку **"Вилучити"**.

Також передбачена можливість заміни виділеного простого режиму на інший з бібліотеки. Для цього необхідно натиснути кнопку **"Замінити"**.

Графічна форма складного режиму відображається у відповідному полі. У цьому полі зі складним режимом можна робити різні операції, наприклад, виділяти окремі часові відрізки, проглядати миттєві значення координат тощо. Вибір відповідної операції здійснюється у локальному меню. Про роботу з цим меню детально описано в п. 3.5.1. Різниця є в реалізації команди *"Редагування сигналів"* – заблоковані поля *"Масштаб"* та *"Корекція часу"*.

3.7.2. Запуск цифрограми складного режиму

Запуск цифрограми складного режиму здійснюється шляхом натиснення кнопки **"Режим"**. Після цього складний режим завантажується в **"ПРИСТРІЙ"**. Процес завантаження відображається у діалоговому вікні. Процес завантаження можна припинити шляхом натиснення кнопки **"Скасувати"** у цьому вікні. Після завантаження назва кнопки **"Режим"** змінюється на **"Пуск"**. Натисненням цієї кнопки починається процес генерації **"ПРИСТРОЕМ"** напруг та струмів.

Пуск генерації може також здійснитися у випадку спрацювання бінарного входу, якщо він сконфігурований для режиму *"Запуск пристрою"* або по GPS (див. п. 2.5.13.1 та п. 2.5.13.2), якщо активізована синхронізація від GPS.

Після закінчення процесу генерації назва кнопки знову стане **"Пуск"** – система готова до повторної генерації цифрограми складного режиму. Пуск можна здійснювати багатократно до натиснення кнопки **"Скасувати"**.

Якщо необхідно зупинити процес генерування, коли час ще не вийшов, потрібно натиснути мигаючу кнопку **"Стоп"**.

Після завершення сеансу роботи необхідно натиснути кнопку **"Скасувати"** – завантажена в **"ПРИСТРІЙ"** цифрограма складного режиму буде знищена.

Запуск складного режиму може здійснюватись з сторінки *"Векторна діаграма"* (див. п. 3.3.3).

3.8. Сторінка "Результати"

На сторінці *"Результати"* в графічній формі відображається інформація про процес генерування напруг та струмів, а також стан вибраних бінарних входів та виходів на протязі часу генерації. Можна відображати напруги та струми в миттєвих або діючих значеннях.

Інформація на цю сторінку виводиться після відпрацювання режиму перевірки, який був запущений з будь-якої активної сторінки модуля *"Незалежне джерело"* – *"Векторна діаграма (AC та DC)"*, *"Гармоніки"*, *"Цифрограми"*, *"Зміна координат (AC та DC)"*, *"Складний режим (AC та DC)"*.

На рис. 3.25 наведений приклад результату перевірки пристрою після здійснення генерації з сторінки *"Складний режим"*.

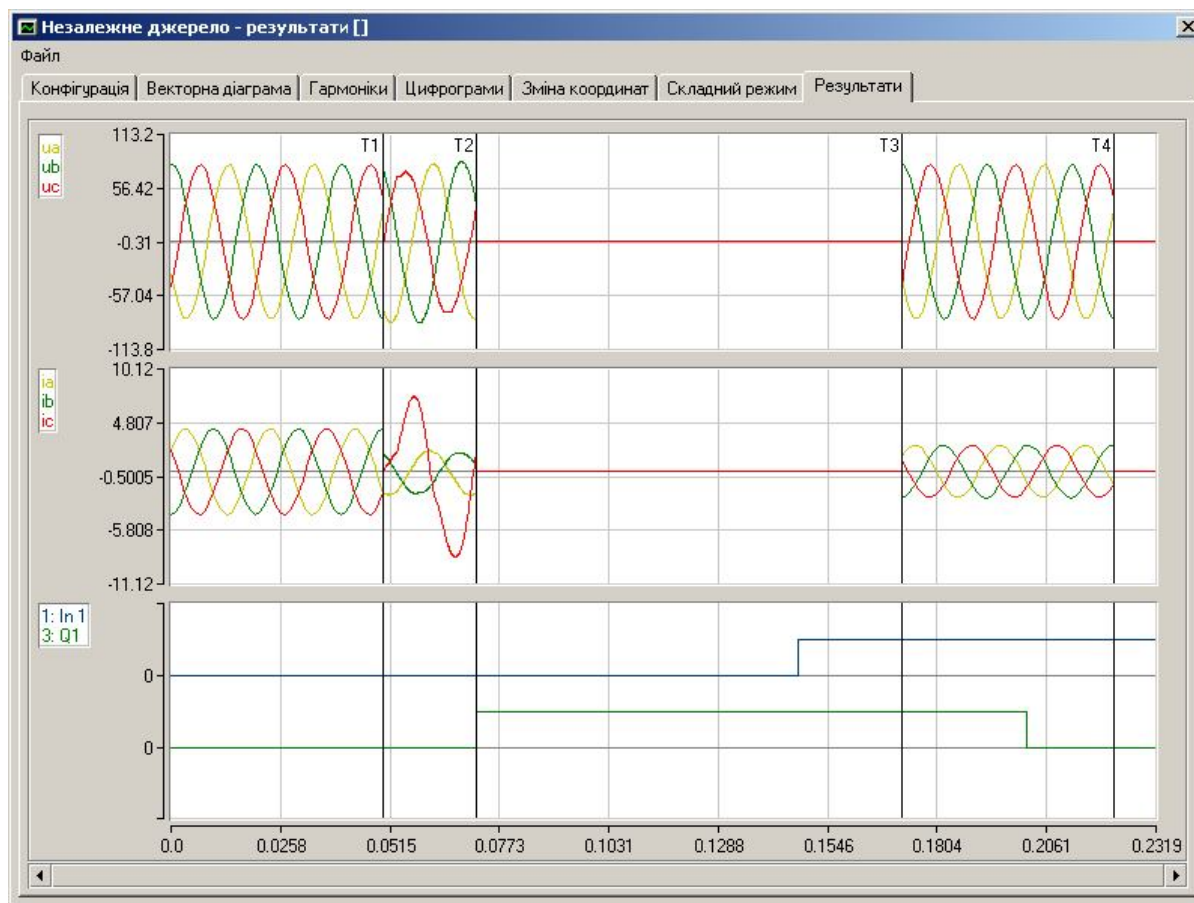


Рис. 3.25. Результати перевірки

Робота з інформацією в полі відображення проводиться подібно, як з цифрограмами – можна виділяти окремі фрагменти цифрограм, дивитись миттєві значення струмів та напруг в будь-який момент часу, записувати результати перевірки в окремий файл тощо. Про це детально описано в розділі 9.

Слід пам'ятати, що результати перевірки будуть формуватися на сторінці "Результати" лише при ініціалізації команди "Формування результату" в пункті "Конфігурація" головного меню (див. п. 2.5.11)!

4. МОДУЛЬ "ДИСТАНЦІЙНИЙ ЗАХИСТ"

4.1. Загальні положення

Модуль "Дистанційний захист" призначений для налагодження та перевірки пристроїв дистанційного захисту як зарубіжних, так і вітчизняних фірм, реалізованих на електромеханічній, напівпровідниковій та цифровій техніці.

Використання даного модуля дозволяє перевірити практично всі характеристики дистанційного захисту – зони спрацювання окремих ступеней з врахуванням допустимих похибок, часові характеристики спрацювання ступеней, стійкість до вищих гармонічних складових, реакцію пристроїв РЗА на різноманітні збурення реальної електричної мережі, такі як асинхронний хід та хитання, а також деякі інші характеристики.

Після ініціалізації модуля на екран монітора виводиться вікно (рис. 4.1).

Дистанційний захист - конфігурація

Режим Закрити

Конфігурація | Модель | Імпедансна площа | Векторна діаграма | Гармоніки | Цифрограми | Хитання | Складний режим | Результати

Пристрій

Станція / підстанція: PS-330 кВ "Житомир"

Приєднання: OB 110-1 кВ

Пристрій: REL670

Перевіряючий: Чорний Н.І. Шмагала В.М.

Змінний струм

Частота, Гц	Первинні U, кВ	Вторинні U, В	Первинні I, кА	Вторинні I, А
Іном: 50.00	Іном.л: 110.00	Іном.л: 100.00	Іном: 2.00	Іном: 5.00
Δ f: 0.10	Іном.ф: 63.51	Іном.ф: 57.74		Імах: 15.00
		Імах ф: 125.00		

Стан бінарних входів (виходів)

☐ розімкнений

☒ замкнений

Бінарні входи

Назва	Стан	Фіксація часу	Режим
1 <input checked="" type="checkbox"/> Trip	—	0.0000	Зупинка режиму
2 <input type="checkbox"/> Start	—	0.0000	Фіксація часу
3 <input checked="" type="checkbox"/> АПВ	—	0.0000	Зупинка режиму
4 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	Фіксація часу
5 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	Фіксація часу
6 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	Фіксація часу
7 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	Фіксація часу
8 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	Фіксація часу

Бінарні виходи

Назва	Старт	Режим	Час
1 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	0.0000
2 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	0.0000
3 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	0.0000
4 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	0.0000
5 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	0.0000
6 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	0.0000
7 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	0.0000
8 <input type="checkbox"/>	—	0.0000	0.0000

Рис. 4.1. Вікно модуля "Дистанційний захист"

Для оптимального налагодження та перевірки пристроїв дистанційного захисту модуль "Дистанційний захист" складається з окремих функціональних блоків, розміщених на окремих сторінках:

- "Конфігурація";
- "Модель";

- "Імпедансна площина";
- "Векторна діаграма";
- "Гармоніки";
- "Цифрограми";
- "Хитання";
- "Складний режим";
- "Результати".

4.2. Сторінка "Конфігурація"

Ця сторінка аналогічна сторінці "Конфігурація" модуля "Незалежне джерело" і детально описана в п. 3.2. даної інструкції за винятком реалізації постійного струму, яка в цьому модулі відсутня.

4.3. Сторінка "Модель"

Загальний вигляд сторінки "Модель" наведений на рис. 4.2.

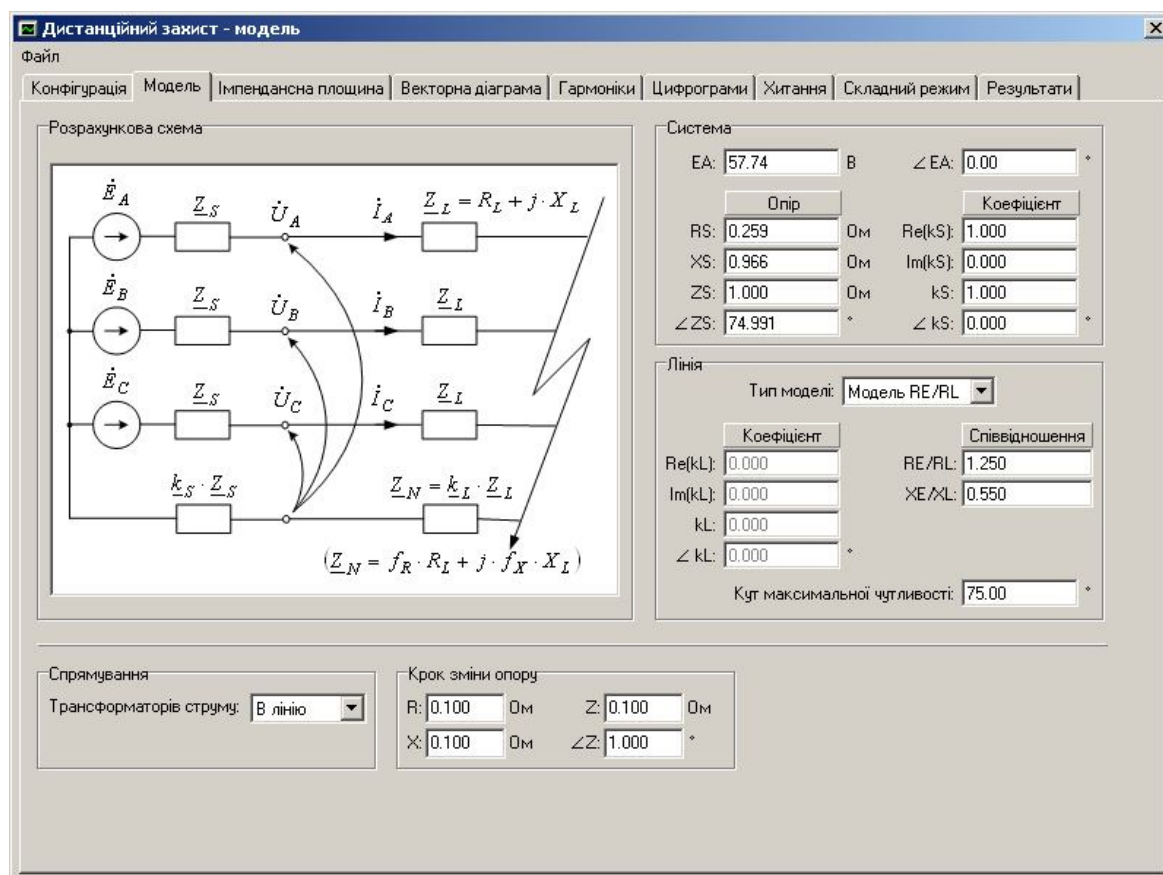


Рис. 4.2. Сторінка "Модель" модуля "Дистанційний захист"

На сторінці розміщені наступні групові поля:

- "Розрахункова схема";
- "Система";
- "Лінія";
- "Спрямування";
- "Крок зміни опору".

В полі "Розрахункова схема" наведена розрахункова схема електричної мережі, згідно якої формуються фазні напруги та струми для різних видів к.з. Особливості математичної моделі електричної мережі детально описані в п. 4.4.

В полі "Система" задаються значення величини фазної е.р.с. системи та її початковий кут для фази А. Для фаз В та С величина е.р.с. автоматично задається такою самою, а початкові фази зміщуються на кути -120° та $+120^\circ$ відповідно. В нульовому наближенні (по замовчуванню) номінальне значення фазної е.р.с. задається як $100/\sqrt{3} = 57.74 \text{ В}$.

Крім того, для системи задаються параметри опору ZS та вплив землі – коефіцієнт заземлення системи kS . Ці параметри задаються у відповідних полях. При цьому, можна задавати значення в алгебричній чи показниковій формі.

В груповому полі "Лінія" задається тип моделі – може бути "Модель kL " або "Модель RE/RL ". Вибір потрібного типу моделі здійснюється в комбінованому полі "Тип моделі". Про особливості цих моделей детально описано в п. 4.4.

В цьому ж полі задається інформація про комплексний коефіцієнт заземлення лінії kL (в алгебричній чи показниковій формі), коли заданий тип моделі лінії "Модель kL " чи значення співвідношень RE/RL та XE/XL , коли заданий тип моделі "Модель RE/RL ".

В полі "Лінія" також задається кут максимальної чутливості вимірною опору дистанційного захисту. Ця інформація буде використана на сторінці "Імпедансна площа", де відтворюються характеристики зон спрацювання дистанційного захисту – на імпедансній площині під таким кутом буде проведений промінь через початок координат.

В полі "Спрямування" задається спрямування трансформаторів струму лінії, для якої здійснюється перевірка або налагодження дистанційного захисту. Якщо вибраний напрямок "В лінію", то "ПРИСТРІЙ" буде генерувати струми трьох фаз з початковим кутом, який розрахований для конкретного режиму. Якщо задане спрямування "До шин", то генерування струмів буде здійснюватись з розрахованим початковим кутом, зміщеним на 180° .

4.4. Модель електричної мережі

Для налагодження пристроїв РЗА прийнята наступна схема електричної мережі (рис. 4.3)

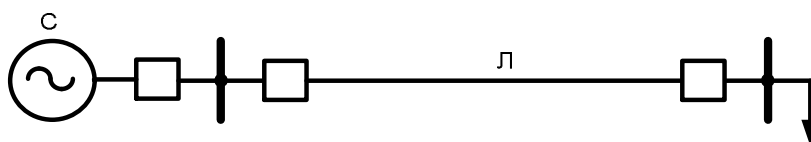


Рис. 4.3. Схема електричної мережі

В трифазному виконанні для моделювання різних видів к.з. розрахункова схема мережі має вигляд (рис. 4.4)

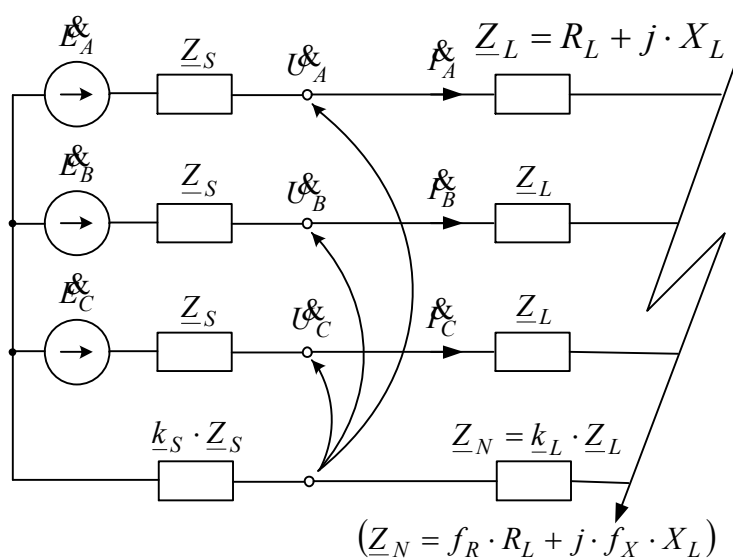


Рис. 4.4. Розрахункова схема мережі для різних видів к.з.

В розрахунковій схемі мережі прийняті наступні позначення:

$\underline{E}_A, \underline{E}_B, \underline{E}_C$ – фазні е.р.с. системи;

$\underline{U}_A, \underline{U}_B, \underline{U}_C$ – фазні напруги на шинах підстанції (на початку лінії);

$\underline{I}_A, \underline{I}_B, \underline{I}_C$ – фазні струми в лінії;

\underline{Z}_S – імпеданс системи;

k_S – коефіцієнт заземлення системи;

$\underline{Z}_L = R_L + j \cdot X_L$ – імпеданс до місця к.з.;

k_L – коефіцієнт заземлення лінії;

$f_R = \frac{R_E}{R_L}, f_X = \frac{X_E}{X_L}$ – коефіцієнти заземлення лінії для моделі виду $R_E/R_L, X_E/X_L$.

Коефіцієнт заземлення лінії \underline{k}_L , яка немає відпайок та коли можна знехтувати впливом на неї інших ліній, обчислюється за виразом

$$\underline{k}_L = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\underline{Z}_{L0}}{\underline{Z}_{L1}} - 1 \right) = k_{LR} + j \cdot k_{LX}, \quad (4.1)$$

де $\underline{Z}_{L1}, \underline{Z}_{L0}$ – опори прямої та нульової послідовностей лінії.

Зв'язок між моделями \underline{k}_L та $R_E/R_L, X_E/X_L$ здійснюється через вирази

$$\underline{k}_L = \frac{\underline{Z}_E}{\underline{Z}_L} = \frac{R_E + j \cdot X_E}{R_L + j \cdot X_L} = \frac{f_R \cdot R_L + j \cdot f_X \cdot X_L}{R_L + j \cdot X_L},$$

або

$$(4.2)$$

$$k_{LR} = \frac{f_R \cdot R_L^2 + f_X \cdot X_L^2}{R_L^2 + X_L^2}, k_{LX} = \frac{R_L \cdot X_L \cdot (f_X - f_R)}{R_L^2 + X_L^2}.$$

Для розрахунку початкових умов струмів та напруг трьох фаз на імпедансній площині задається параметр \underline{Z}_L , який відповідає імпедансу від місця встановлення захисту до місця к.з. (рис. 4.5)

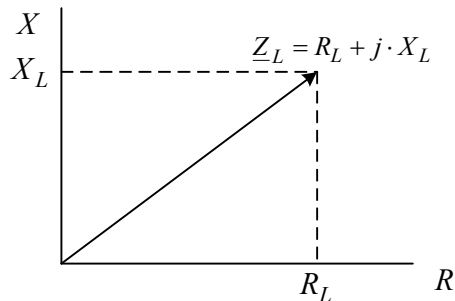


Рис. 4.5. Визначення параметра \underline{Z}_L

Для моделі мережі прийнято ряд допущень, основними з яких є:

- е.р.с. джерела напруги змінюються за гармонічним законом з фіксованою заданою частотою;
- амплітуда е.р.с. для трьох фаз приймається однаковою;
- кутові зсуви між векторами е.р.с. фаз незмінні і становлять 120° ;
- опір системи \underline{Z}_S в кожній фазі приймається однаковим;

- під час моделювання різних видів к.з. в мережі розглядається тільки усталений режим, не враховується перехідний процес, обумовлений різними початковими умовами та співвідношенням параметрів мережі;
- не враховується вплив поперечних параметрів лінії;
- вплив землі на характер процесів під час к.з. на землю враховується за допомогою коефіцієнтів \underline{k}_S для системи та для лінії в залежності від прийнятої моделі \underline{k}_L або співвідношень $f_R = \frac{R_E}{R_L}, f_X = \frac{X_E}{X_L}$ для моделі $R_E/R_L, X_E/X_L$.

Якщо необхідно дослідити вплив вищих гармонічних складових або вплив аперіодичної складової, то можна скористатись сторінкою "Гармоніки", де можливо сформувати сигнал будь-якої степені складності. Можна також скористатися реальними цифрограмами, отриманими з цифрових пристроїв РЗА.

Для користувача передбачена можливість вибору однієї з наступних моделей:

- модель заданого опору системи \underline{Z}_S ;
- модель заданого струму;
- модель заданої напруги.

Модель заданого опору найбільш адекватно відповідає мережі, для якої здійснюється налаштування пристрою РЗА.

Модель заданого струму має ту особливість, що користувач може задати потрібний рівень струму і моделювати всі види к.з. на будь-якій ділянці лінії. За таких умов рівень струмів навіть під час близьких к.з. буде рівний заданому і не буде перевищувати максимальні значення, які може генерувати "ПРИСТРІЙ".

Модель заданої напруги дозволяє зберігати задану напругу для всіх видів к.з., незалежно від відстані від шин до місця к.з.

Тип моделі задається на сторінці "Імпедансна площина". На сторінці "Векторна діаграма" лише відображається заданий тип моделі.

Слід пам'ятати, що значення величин фазних напруг та струмів, отриманих під час реалізації розрахункової мережі, будуть обмежуватись характеристиками "ПРИСТРОЮ". Крім того, обмеження можуть накладатись і самим користувачем – на сторінці "Конфігурація".

4.4.1. Модель заданого опору системи ($\underline{Z}_S = \text{const}$)

Трифазне к.з.

Для цього виду к.з. на векторній діаграмі можна змінювати значення напруг та струмів у всіх фазах як за модулем, так і за фазою.

Визначення початкових умов:

$$\begin{aligned}\underline{\mathcal{E}}_A &= \frac{\underline{E}_A}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}; \quad \underline{\mathcal{E}}_B = \frac{\underline{E}_B}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}; \quad \underline{\mathcal{E}}_C = \frac{\underline{E}_C}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}; \\ \underline{\mathcal{U}}_A &= \underline{\mathcal{E}}_A \cdot \frac{\underline{Z}_L}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}; \quad \underline{\mathcal{U}}_B = \underline{\mathcal{E}}_B \cdot \frac{\underline{Z}_L}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}; \quad \underline{\mathcal{U}}_C = \underline{\mathcal{E}}_C \cdot \frac{\underline{Z}_L}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}.\end{aligned}\quad (4.3)$$

Двофазне к.з. (BC)

На сторінці з векторною діаграмою не може змінюватись струм фази А ($\underline{\mathcal{E}}_A = 0$) та модуль напруги фази А ($|\underline{\mathcal{U}}_A| = \text{const}$).

Визначення початкових умов:

$$\begin{aligned}\underline{\mathcal{E}}_A &= 0; \quad \underline{\mathcal{E}}_C = \frac{\underline{E}_C - \underline{E}_B}{2 \cdot (\underline{Z}_S + \underline{Z}_L)}; \quad \underline{\mathcal{E}}_B = -\underline{\mathcal{E}}_C; \\ \underline{\mathcal{U}}_A &= \underline{\mathcal{E}}_A; \quad \underline{\mathcal{U}}_B = \underline{\mathcal{E}}_B - \underline{\mathcal{E}}_B \cdot \underline{Z}_S; \quad \underline{\mathcal{U}}_C = \underline{\mathcal{E}}_C - \underline{\mathcal{E}}_C \cdot \underline{Z}_S.\end{aligned}\quad (4.4)$$

Аналогічним чином визначаються початкові умови для двофазних к.з. АВ та СА.

Однофазне к.з. (AN)

На сторінці з векторною діаграмою не може змінюватись струми фаз В та С як за модулем, так і за фазою ($\underline{\mathcal{E}}_B = 0, \underline{\mathcal{E}}_C = 0$).

Визначення початкових умов для моделі \underline{k}_L :

$$\begin{aligned}\underline{\mathcal{E}}_A &= \frac{\underline{E}_A}{(1 + \underline{k}_S) \cdot \underline{Z}_S + (1 + \underline{k}_L) \cdot \underline{Z}_L}; \quad \underline{\mathcal{E}}_B = 0; \quad \underline{\mathcal{E}}_C = 0; \\ \underline{\mathcal{U}}_A &= \underline{\mathcal{E}}_A \cdot (1 + \underline{k}_L) \cdot \underline{Z}_L; \quad \underline{\mathcal{U}}_B = \underline{\mathcal{E}}_B - \underline{k}_S \cdot \underline{Z}_S \cdot \underline{\mathcal{E}}_A; \quad \underline{\mathcal{U}}_C = \underline{\mathcal{E}}_C - \underline{k}_S \cdot \underline{Z}_S \cdot \underline{\mathcal{E}}_A;\end{aligned}\quad (4.5)$$

Визначення початкових умов для моделі $R_E/R_L, X_E/X_L$:

$$\begin{aligned}\underline{\mathcal{E}}_A &= \frac{\underline{E}_A}{(1 + \underline{k}_S) \cdot \underline{Z}_S + R_L \cdot (1 + f_R) + j \cdot X_L (1 + f_X)}; \quad \underline{\mathcal{E}}_B = 0; \quad \underline{\mathcal{E}}_C = 0; \\ \underline{\mathcal{U}}_A &= \underline{\mathcal{E}}_A \cdot (R_L \cdot (1 + f_R) + j \cdot X_L (1 + f_X)); \\ \underline{\mathcal{U}}_B &= \underline{\mathcal{E}}_B - \underline{k}_S \cdot \underline{Z}_S \cdot \underline{\mathcal{E}}_A; \quad \underline{\mathcal{U}}_C = \underline{\mathcal{E}}_C - \underline{k}_S \cdot \underline{Z}_S \cdot \underline{\mathcal{E}}_A;\end{aligned}\quad (4.6)$$

Аналогічним чином визначаються початкові умови для однофазних к.з. BN та CN.

4.4.2. Модель заданого струму ($I = \text{const}$)

Трифазне к.з.

Для цього виду к.з. в моделі заданого струму на імпедансній площині задається величина заданого (фіксованого) струму. В результаті роботи з системою фазні струми не перевищуватимуть задане значення. Можливе лише зменшення струму в фазах.

Після того, як користувач задасть на імпедансній площині значення вектора опору \underline{Z}_L , визначається дійсне задане значення струму за виразом:

$$I_{\text{дійсне задане}} \leq \frac{U_{\text{ном.ф}}}{|\underline{Z}_L|}, \quad (4.7)$$

де $U_{\text{ном.ф}}$ – номінальна фазна напруга системи; $|\underline{Z}_L|$ – модуль вектора опору, заданого користувачем на імпедансній площині.

Визначення початкових умов:

$$\begin{aligned} \varphi_{\underline{U}_A} &= \varphi_{\underline{E}_A}; \quad \varphi_{\underline{U}_B} = \varphi_{\underline{E}_B}; \quad \varphi_{\underline{U}_C} = \varphi_{\underline{E}_C}; \\ \varphi_{\underline{E}_A} &= \varphi_{\underline{U}_A} - \varphi_{\underline{Z}_L}; \quad \varphi_{\underline{E}_B} = \varphi_{\underline{U}_B} - \varphi_{\underline{Z}_L}; \quad \varphi_{\underline{E}_C} = \varphi_{\underline{U}_C} - \varphi_{\underline{Z}_L}; \\ |\underline{E}_A| &= I_{\text{дійсне задане}}; \quad |\underline{E}_B| = I_{\text{дійсне задане}}; \quad |\underline{E}_C| = I_{\text{дійсне задане}}; \\ |\underline{U}_A| &= |\underline{E}_A| \cdot |\underline{Z}_L|; \quad |\underline{U}_B| = |\underline{U}_A|; \quad |\underline{U}_C| = |\underline{U}_A|. \end{aligned} \quad (4.8)$$

Двофазне к.з. (BC)

Для цього виду к.з. в моделі заданого струму на імпедансній площині задається величина заданого (фіксованого) струму. Після того, як користувач задасть на імпедансній площині значення вектора опору \underline{Z}_L , визначається дійсне задане значення струму за виразом:

$$I_{\text{дійсне задане}} \leq \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.ф}}}{2 \cdot |\underline{Z}_L|}, \quad (4.9)$$

де $U_{\text{ном.ф}}$ – номінальна фазна напруга системи; $|\underline{Z}_L|$ – модуль вектора опору, заданого користувачем на імпедансній площині.

Визначення початкових умов:

$$\begin{aligned} \varphi_{\underline{Z}_C} &= \varphi_{\underline{Z}_L}; \quad |\underline{Z}_S| = \frac{|\underline{E}_B - \underline{E}_C|}{2 \cdot I_{\text{задане дійсне}}} - |\underline{Z}_L|; \\ \underline{E}_A &= 0; \quad |\underline{E}_B| = I_{\text{дійсне задане}}; \quad |\underline{E}_C| = I_{\text{дійсне задане}}; \\ \varphi_{\underline{E}_B} &= \arg(\underline{E}_B - \underline{E}_C) - \varphi_{\underline{Z}_L}; \quad \varphi_{\underline{E}_C} = \varphi_{\underline{E}_B} - 180^\circ; \\ \underline{U}_A &= \underline{E}_A; \quad \underline{U}_B = \underline{E}_B - \underline{E}_B \cdot \underline{Z}_S; \quad \underline{U}_C = \underline{E}_C - \underline{E}_C \cdot \underline{Z}_S. \end{aligned} \quad (4.10)$$

Аналогічним чином визначаються початкові умови для двофазних к.з. АВ та СА.

Однофазне к.з. (AN)

Для цього виду к.з. в моделі заданого струму на імпедансній площині задається величина заданого (фіксованого) струму. Після того, як користувач задасть на імпедансній площині значення вектора опору \underline{Z}_L , визначається дійсне задане значення струму за виразом:

$$I_{\text{дійсне задане}} \leq \frac{U_{\text{ном.ф}}}{|1 + \underline{k}_L| \cdot |\underline{Z}_L|}, \quad (4.11)$$

де $U_{\text{ном.ф}}$ – номінальна фазна напруга системи; $|\underline{Z}_L|$ – модуль вектора опору, заданого користувачем на імпедансній площині; \underline{k}_L – коефіцієнт заземлення лінії.

Визначення початкових умов:

$$\begin{aligned} |\underline{\mathcal{I}}_A| &= I_{\text{дійсне задане}}; \quad \varphi_{\underline{\mathcal{I}}_A} = \varphi_{\underline{\mathcal{E}}_A} - \varphi((1 + \underline{k}_L) \cdot \underline{Z}_L); \quad \underline{\mathcal{I}}_B = 0; \quad \underline{\mathcal{I}}_C = 0; \\ |\underline{\mathcal{U}}_A| &= |\underline{\mathcal{I}}_A| \cdot |(1 + \underline{k}_L) \cdot \underline{Z}_L|; \quad \varphi_{\underline{\mathcal{U}}_A} = \varphi_{\underline{\mathcal{E}}_A}; \quad \underline{\mathcal{U}}_B = \underline{\mathcal{E}}_B; \quad \underline{\mathcal{U}}_C = \underline{\mathcal{E}}_C. \end{aligned} \quad (4.12)$$

Аналогічним чином визначаються початкові умови для однофазних к.з. BN та CN.

4.4.3. Модель заданої напруги ($U = \text{const}$)

Трифазне к.з.

На імпедансній площині користувачем задається величина напруги перевірки, але та, яка обмежується заданою в моделі мережі е.р.с. системи:

$$0 \leq U_{\text{задане дійсне}} \leq E_A, \quad (4.13)$$

де E_A – е.р.с. системи, величина якої задається на сторінці "Модель" в полі "Система".

Визначення початкових умов:

$$\begin{aligned} |\underline{\mathcal{U}}_A| &= U_{\text{задане дійсне}}; \quad |\underline{\mathcal{U}}_B| = U_{\text{задане дійсне}}; \quad |\underline{\mathcal{U}}_C| = U_{\text{задане дійсне}}; \\ \varphi_{\underline{\mathcal{U}}_A} &= \varphi_{\underline{\mathcal{E}}_A}; \quad \varphi_{\underline{\mathcal{U}}_B} = \varphi_{\underline{\mathcal{E}}_B}; \quad \varphi_{\underline{\mathcal{U}}_C} = \varphi_{\underline{\mathcal{E}}_C}; \\ \varphi_{\underline{\mathcal{I}}_A} &= \varphi_{\underline{\mathcal{U}}_A} - \varphi_{\underline{Z}_L}; \quad \varphi_{\underline{\mathcal{I}}_B} = \varphi_{\underline{\mathcal{U}}_B} - \varphi_{\underline{Z}_L}; \quad \varphi_{\underline{\mathcal{I}}_C} = \varphi_{\underline{\mathcal{U}}_C} - \varphi_{\underline{Z}_L}; \\ |\underline{\mathcal{I}}_A| &= \frac{|\underline{\mathcal{U}}_A|}{|\underline{Z}_L|}; \quad |\underline{\mathcal{I}}_B| = |\underline{\mathcal{I}}_A|; \quad |\underline{\mathcal{I}}_C| = |\underline{\mathcal{I}}_A|. \end{aligned} \quad (4.14)$$

Двофазне к.з. (BC)

На імпедансній площині користувачем задається величина напруги перевірки, але яка обмежується заданою в моделі мережі е.р.с. системи. Прийнято, що для двофазного к.з. задається лінійне значення напруги – $|\underline{\mathcal{E}}_B - \underline{\mathcal{E}}_C|$. Тому обмеження на величину заданої напруги визначається з виразу

$$0 \leq U_{\text{задане дійсне}} \leq \sqrt{3} \cdot E_A, \quad (4.15)$$

де E_A – е.р.с. системи, величина якої задається на сторінці "Модель" в полі "Система".

Визначення початкових умов:

$$\begin{aligned}
 \underline{E}_A &= 0; \quad |\underline{E}_B| = \frac{U_{\text{задане дійсне}}}{2 \cdot |\underline{Z}_L|}; \quad |\underline{E}_C| = |\underline{E}_B|; \\
 \varphi_{\underline{E}_B} &= \arg(\underline{E}_B - \underline{E}_C) - \varphi_{\underline{Z}_L}; \quad \varphi_{\underline{E}_C} = \varphi_{\underline{E}_B} - 180^\circ; \\
 \varphi_{\underline{Z}_C} &= \varphi_{\underline{Z}_L}; \quad |\underline{Z}_C| = \frac{|\underline{E}_B - \underline{E}_C|}{2 \cdot |\underline{E}_B|} - |\underline{Z}_L|; \\
 \underline{U}_A &= \underline{E}_A; \quad \underline{U}_B = \underline{E}_B - \underline{E}_B \cdot \underline{Z}_S; \quad \underline{U}_C = \underline{E}_C - \underline{E}_C \cdot \underline{Z}_S.
 \end{aligned}
 \tag{4.16}$$

Аналогічним чином визначаються початкові умови для двофазних к.з. АВ та СА.

Однофазне к.з. (АН)

На імпедансній площині користувачем задається величина напруги перевірки, але та, яка обмежується заданою в моделі мережі е.р.с. системи:

$$0 \leq U_{\text{задане дійсне}} \leq E_A, \tag{4.17}$$

де E_A – е.р.с. системи, величина якої задається на сторінці "Модель" в полі "Система".

Визначення початкових умов:

$$\begin{aligned}
 |\underline{U}_A| &= U_{\text{задане дійсне}}; \quad \varphi_{\underline{U}_A} = \varphi_{\underline{E}_A}; \quad \underline{U}_B = \underline{E}_B; \quad \underline{U}_C = \underline{E}_C; \\
 \underline{E}_A &= \frac{\underline{U}_A}{(1 + k_L) \cdot \underline{Z}_L}; \quad \underline{E}_B = 0; \quad \underline{E}_C = 0.
 \end{aligned}
 \tag{4.18}$$

Аналогічним чином визначаються початкові умови для однофазних к.з. ВВ та СС.

4.5. Сторінка "Імпедансна площа"

Передбачена можливість перевірки дистанційного захисту в двох режимах:

- за однією заданою точкою;
- за множиною точок.

Вибір режиму здійснюється в полі "Перевірка".

В режимі "Однієї точки" перевіряється характеристики почергово для кожної окремо заданої точки.

В режимі "Множини точок" здійснюється комплексна перевірка за наперед заданою множиною точок.

Загальний вигляд сторінки "Імпедансна площа" для режиму "Однієї точки" наведений на рис. 4.6.

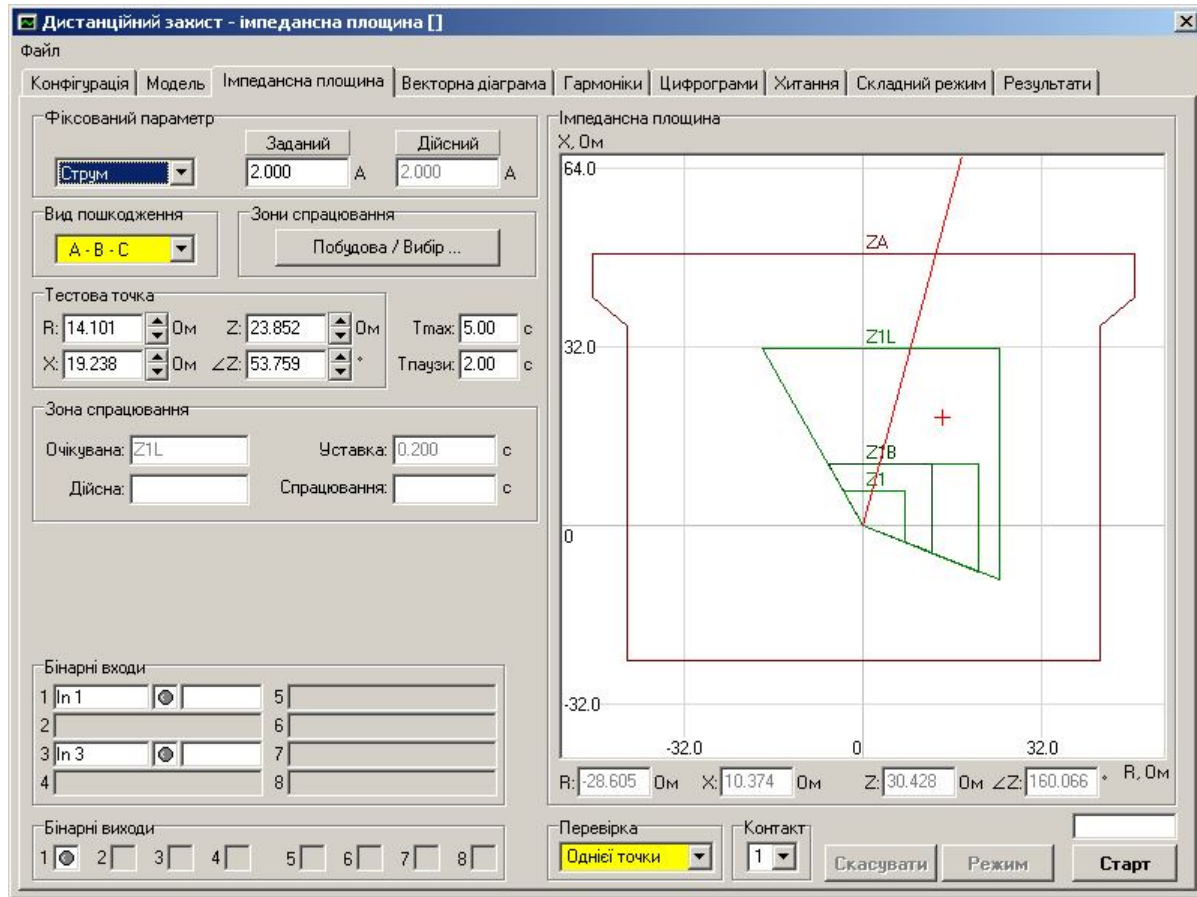


Рис. 4.6. Сторінка "Імпедансна площина" модуля "Дистанційний захист"

На сторінці розміщені наступні поля:

- "Фіксований параметр";
- "Вид пошкодження";
- "Зони спрацювання";
- "Тестова точка";
- "Зона спрацювання";
- "Бінарні входи";
- "Бінарні виходи";
- "Імпедансна площина";
- "Перевірка";
- "Контакт".

4.5.1. Поле "Імпедансна площина"

В цьому полі сторінки "Імпедансна площина" відображаються зони спрацювання дистанційного захисту. Ці зони можна побудувати самостійно, використовуючи

спеціалізований редактор програми, або прочитати характеристики зон в форматі RIO або XRIO.

В полі *"Імпедансна площа"*, крім зон, червоним кольором відображається лінія, яка відповідає куту максимальної чутливості. Значення цього кута задається на сторінці *"Модель"* в полі *"Лінія"*.

У випадку відсутності будь-якої інформації про зони спрацювання дистанційного захисту (нульові початкові умови) у полі *"Імпедансна площа"* виводиться імпедансна площа, розмірність якої по осі відображення активних та реактивних опорів становить ± 100 Ом.

На імпедансній площині користувач може виконувати, використовуючи локальне меню (рис. 4.7) певні операції. Операції є поділені на групи. До першої групи належать операції, які реалізуються за допомогою маніпулятора "миша". Зображення курсора залежить від вибраної операції. До другої групи належать операції, які однократно реалізують вибрану функцію. В третій групі є команда *"Автомасштаб"*, після ініціалізації якої оптимально масштабується зображення на імпедансній площині. Слід пам'ятати, що після ініціалізації даної команди, такі операції, як *"Масштаб за рамкою"*, *"Динамічне масштабування"*, *"Переміщення"*, *"Масштаб за координатами"* та *"Попередній масштаб"* є недоступними. До останньої групи належить операція, яка дозволяє на імпедансній площині відображати значення фазних та лінійних напруг (струмів), симетричних складових та потужностей.

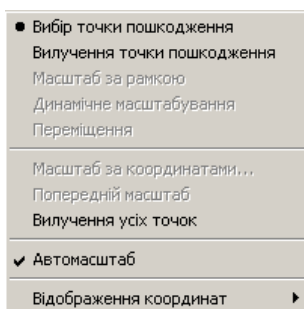


Рис. 4.7. Локальне меню *"Імпедансної площини"*

"Вибір точки пошкодження"

На імпедансній площині для перевірки пристрою дистанційного захисту користувач задає координати точки пошкодження. Для цього на імпедансній площині необхідно курсор підвести до потрібного місця та натиснути ліву клавішу "миші". Координати курсора відображаються в відповідних полях, розміщених нижче імпедансної площини.

Координати вибраної точки пошкодження відображаються в полі *"Тестова точка"*.

Крім того, координати точки пошкодження можна задавати з клавіатури в полі *"Тестова точка"*.

"Вилучення точки пошкодження"

Після вибору точки пошкодження на імпедансній площині та здійснення перевірки, тобто після запуску пристрою, вибрана точка зафіксується на імпедансній площині та буде відображена певним кольором та форми, в залежності від результату перевірки. Після проведення серії дослідів ряд зафіксованих точок може бути надлишковою. Щоб видалити непотрібні точки з імпедансної площини та не вносити їх до протоколу перевірки передбачена команда *"Вилучення точки пошкодження"*.

"Вилучення всіх точок"

Ця команда дозволяє вилучити всі точки перевірки.

"Масштаб за рамкою"

Активізація цієї команди дає можливість користувачу виділити на імпедансній площині необхідний фрагмент, який виведеться на ціле поле *"Імпедансна площина"*.

"Динамічне масштабування"

Ця команда дає можливість користувачу динамічно змінювати масштаб. Натиснувши на ліву клавішу "миші", необхідно переміщати курсор вгору або вниз по імпедансній площині. Під час цього масштаб імпедансної площини плавно буде збільшуватись або зменшуватись.

"Переміщення"

Дана команда дає можливість користувачу переміщати зображення на імпедансній площині, не змінюючи масштабу відображення. Натиснувши на ліву клавішу "миші" необхідно курсор переміщати по імпедансній площині. При цьому буде здійснюватись і переміщення зображення. Встановивши потрібне положення зображення, необхідно відпустити ліву клавішу "миші" – вибране зображення зафіксується на імпедансній площині.

"Масштаб за координатами"

Ця команда дає можливість користувачу вивести на імпедансну площину фрагмент з заданими координатами. Після виконання даної команди на екран дисплея виведеться вікно (рис. 4.8).

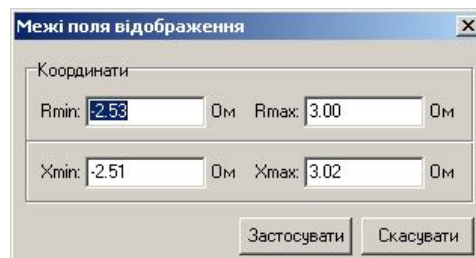


Рис. 4.8. Масштабування за координатами

В цьому вікні у відповідних полях користувачу необхідно задати координати меж фрагменту імпедансної площини та натиснути на кнопку **"Застосувати"** – на імпедансній площині виведеться фрагмент за заданими координатами.

"Попередній масштаб"

В програмі закладена можливість зберігати попередній масштаб та координати зображення імпедансної площини. Якщо після внесеної зміни в відображення імпедансної площини користувач не хоче користатись нею, то необхідно активізувати дану команду – на імпедансній площині відобразиться той стан, який був до внесення останньої зміни.

"Автомасштаб"

Якщо заданий режим *"автомасштаб"*, здійснюється автоматичне масштабування імпедансної площини в залежності від зон спрацювання та розміщення фіксованої точки на ній.

"Відображення координат"

Після вибору даної команди відкриється підменю, за допомогою якого можна встановити наступні режими відображення координат на імпедансній площині:

- *"Без відображення";*
- *"Фазні напруги та струми";*
- *"Лінійні напруги та струми";*
- *"Симетричні складові напруг та струмів";*
- *"Потужності".*

Ці координати відповідають поточній векторній діаграмі. Координати напруг та струмів відображаються в нижній частині імпедансної площини, а потужності в алгебричній та показниковій формах – в верхній частині. По замовчуванню встановлений режим *"Без відображення"* – за якого значення координат не виводяться на імпедансну площину.

4.5.2. Поле "Фіксований параметр"

В полі *"Фіксований параметр"* задається тип моделі – *"Модель заданого опору системи"*, *"Модель заданого струму"* чи *"Модель заданої напруги"* (див.4.4.1 – 4.4.3). Крім того, в цьому полі задається значення фіксованого параметра в залежності від типу моделі. Вибір потрібного типу моделі здійснюється зі списку, розташованого в полі зліва.

Після вибору потрібного типу моделі в полі *"Заданий"* необхідно ввести значення струму (для моделі фіксованого струму) або значення напруги (для моделі заданої напруги). Для моделі заданого опору системи в полі *"Заданий"* виводиться значення опору системи, яке визначене користувачем на сторінці *"Модель"* і яке є недоступне на сторінці *"Імпедансна площина"*.

У полі *"Дійсний"* виводиться реальне значення фіксованого параметра, яке може відрізнятися від заданого у випадку накладання певних обмежень за виразами (4.7), (4.9), (4.11) – для моделі заданого струму та (4.13), (4.15), (4.17) – для моделі заданої напруги.

4.5.3. Поле "Вид пошкодження"

В цьому полі користувач зі списку вибирає потрібний для перевірки вид к.з. Можливими видами к.з. є: ABC, AB, BC, CA, AN, BN, CN. В залежності від вибраного виду к.з. буде реалізовуватись відповідна математична модель електричної мережі (4.3) – (4.18).

4.5.4. Поле "Тестова точка"

В цьому полі виводяться координати тестової точки на імпедансній площині. Змінювати координати можна безпосередньо у відповідному полі або дискретно з заданим кроком за допомогою кнопок зі стрілками. Крок зміни задається на сторінці "Модель". У разі зміни координат фіксованої точки, на імпедансній площині зображення цієї точки переміститься згідно заданої величини.

4.5.5. Поле "Зона спрацювання"

У цьому полі виводиться інформація про очікувану зону спрацювання та реальне спрацювання пристрою дистанційного захисту. Ці поля є недоступними для користувача. У полі "Очікувана" виводиться ім'я очікуваної зони згідно тестової точки.

В залежності від координат тестової точки на імпедансній площині, в полі "Очікувана" виводиться назва очікуваної зони спрацювання, а в полі "Уставка" – очікуваний час її спрацювання.

Слід пам'ятати, що за очікувану зону спрацювання вибирається зона з меншим часом спрацювання.

Час спрацювання задається в характеристиках зони спрацювання. У випадку, якщо координати тестової точки на імпедансній площині не попадають ні в одну з заданих зон пристрою дистанційного захисту, то поля "Очікувана" та "Уставка" будуть порожніми.

В полях "Дійсна" та "Спрацювання" після проведеної перевірки виводиться назва дійсної зони спрацювання дистанційного захисту та реальний час спрацювання цієї зони.

4.5.6. Поле "Контакт"

У цьому полі виводиться номер бінарного входу, який заведений на пристрій, що перевіряється, і за яким здійснюватиметься аналіз його роботи. Вибір здійснюється зі списку, в якому відображені лише ініціалізовані на сторінці "Конфігурація" бінарні входи.

4.5.7. Поля "Бінарні входи", "Бінарні виходи"

Про ці поля детально описано в пп. 3.2.4 - 3.2.6. даної інструкції.

4.5.8. Побудова (вибір) зон спрацювання

Вибір зон спрацювання чи побудова нових зон здійснюється шляхом натиснення кнопки **"Вибір/Побудова"** в полі *"Зони спрацювання"* – відкриється діалогове вікно (рис. 4.9).

Передбачена можливість побудови характеристик вимірних органів дистанційних захистів, які мають форми еліпсів та складних характеристик у формі багатокутників з дугами – поліліній.

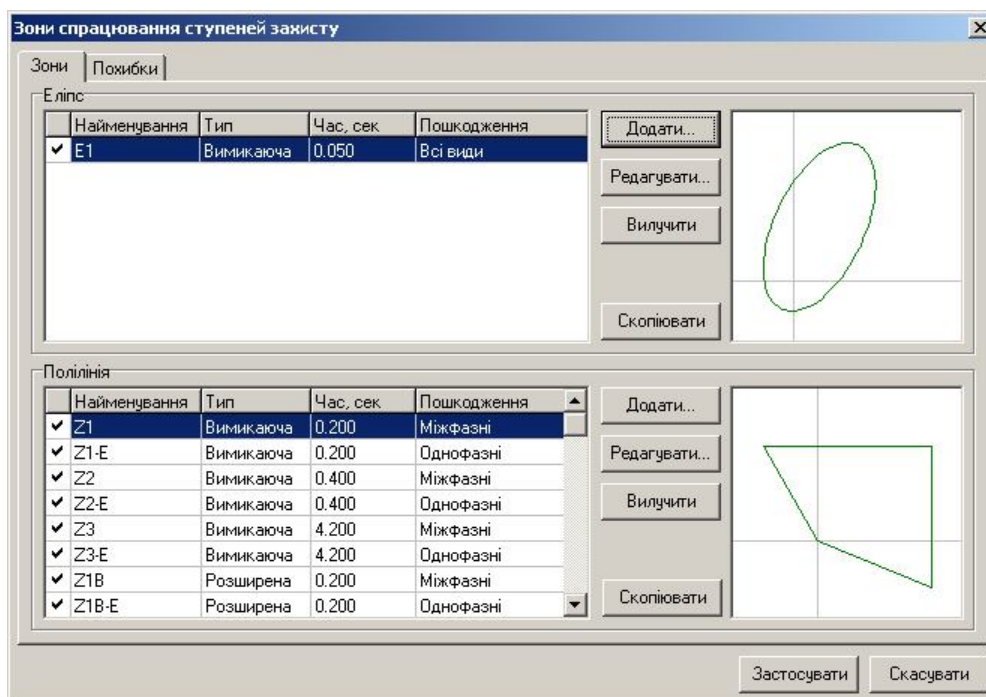


Рис. 4.9. Бібліотека характеристик вимірних органів дистанційних захистів

Для побудови зони спрацювання у вигляді еліпса необхідно в полі *"Еліпс"* натиснути кнопку **"Додати"** – з'явиться вікно (рис. 4.10).

Еліпс

Параметри

Найменування:

Розрахунковий опір: Ом

Кут максимальної чутливості: °

Зміщення: %

Співвідношення сторін еліпса: в.о

Час спрацювання: сек

Вид пошкодження:

Тип зони:

Відносна похибка за опором: %

Абсолютна похибка за опором: Ом

Відносна похибка за часом: %

Абсолютна похибка за часом + : сек

Абсолютна похибка за часом - : сек

Тип контура:

Колір контура:

Відрізок

X, Ом

R, Ом

Застосувати Скасувати

Рис. 4.10. Побудова характеристик спрацювання дистанційного органу у вигляді еліпса

Для побудови еліпса необхідно у полях "Параметри" внести наступну інформацію:

- "Найменування" – назва характеристики спрацювання дистанційного органу, під якою вона буде зберігатись в бібліотеці;
- "Розрахунковий опір, Ом" – значення розрахованої уставки спрацювання дистанційного органу, яка відповідає куту максимальної чутливості;
- "Кут максимальної чутливості, °" – значення кута максимальної чутливості;
- "Зміщення, %" – задається зміщення еліпса в протилежний до кута максимальної чутливості квадрант комплексної площини;
- "Співвідношення сторін еліпса, в.о" – задається співвідношення сторін еліпса. Якщо це співвідношення задати 1, то отримаємо характеристику спрацювання дистанційного органу у вигляді кола;
- "Час спрацювання, сек" – задається час спрацювання відповідної ступені захисту;
- "Вид пошкодження" – передбачена можливість задавати, для якого виду пошкодження застосовується вимірний орган дистанційного захисту – однофазного, багатофазного, чи для всіх видів захисту. Вид пошкодження вибирається з списку;
- "Тип зони" – задається тип зони, який вибирається з списку. Передбачено наступні типи зон: вимикаюча, розширена, пускова, не вимикаюча;
- "Відносна похибка за опором, %" – задається похибка за опором, з якою може працювати вимірний орган;

- "Абсолютна похибка за опором, Ом" – задається абсолютна похибка за опором;
- "Відносна похибка за часом, %" – задається похибка за часом, з якою може працювати вимірний дистанційний орган;
- "Абсолютна похибка за часом +, сек" – задається абсолютна похибка за часом в сторону можливого збільшення, з якою може працювати вимірний дистанційний орган;
- "Абсолютна похибка за часом –, сек" – задається похибка за часом в сторону можливого зменшення;
- "Тип контура" – задається тип лінії, якою відображається характеристика дистанційного органу;
- "Колір контура" – задається колір відображення характеристики дистанційного органу.

Під час побудови характеристики її вигляд відображається в полі "Взірець".

Приклад побудови еліпсоїдної характеристики дистанційного органу наведений на рис. 4.11.

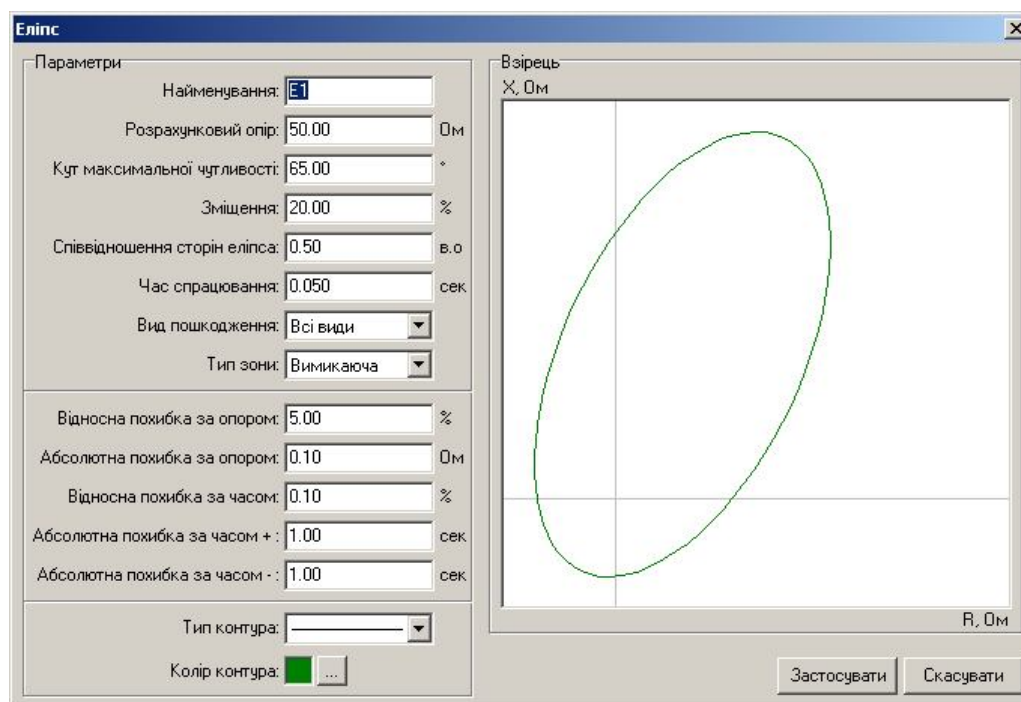


Рис. 4.11. Приклад побудови еліпсоїдної характеристики

Якщо необхідно побудувати характеристику у вигляді багатокутника, то необхідно натиснути кнопку "Додати" у полі "Полілінія" (див. рис. 4.9) – на екрані з'явиться вікно (рис. 4.12).

Полілінія

Параметри

Найменування:

Час спрацювання: сек

Вид пошкодження:

Тип зони:

Відносна похибка за опором: %

Абсолютна похибка за опором: Ом

Відносна похибка за часом: %

Абсолютна похибка за часом + : сек

Абсолютна похибка за часом - : сек

Тип контура:

Колір контура:

Взірець

X, Ом

R, Ом

Координати ділянок полілінії

Тип	R0	X0	R1	X1	R2	X2

Додати...

Редагувати...

Вилучити

Застосувати

Скасувати

Рис. 4.12. Побудова характеристик спрацювання дистанційного органу у вигляді багатокутника

В полі "Параметри" задаються найменування, час спрацювання, тип лінії, колір, вид пошкодження тощо. Ці характеристики задаються аналогічно, як і під час побудови характеристик дистанційних органів у вигляді еліпса. А сама характеристика складається з окремих ділянок – відрізків ліній та дуг.

Для побудови ділянки характеристики необхідно натиснути кнопку "Додати" – з'явиться вікно (рис. 4.13).

Визначення координат

Координати ділянки, Ом

R0:

X0:

R1:

X1:

R2:

X2:

Тип ділянки

Застосувати

Скасувати

Рис. 4.13. Визначення координат для побудови характеристики у вигляді полілінії

В полі *"Тип ділянки"* вибирається тип: лінія або дуга. В полі *"Координати ділянки"* для лінії необхідно задати координати початку та кінця (якщо це перша ділянка під час побудови) або координати кінця для наступної ділянки. Для дуги задаються координати трьох точок, через які проходить дуга (для першої ділянки) або двох точок для наступної ділянки. Для запам'ятовування введеної інформації необхідно натиснути кнопку **"Застосувати"**.

Слід пам'ятати, що координати останньої ділянки полілінії задавати не потрібно, тому що автоматично з'єднуються координати кінцевої точки останньої ділянки з координатами точки початку першої ділянки.

В процесі побудови в полі *"Взірець"* виводиться зображення характеристики. Вибрана ділянка характеристики відображається лінією більшої товщини.

У процесі побудови характеристики передбачена можливість її корекції за допомогою кнопок **"Додати"**, **"Редагувати"**, **"Вилучити"** (рис. 4.12).

Приклад побудованої характеристики у вигляді полілінії наведений на рис. 4.14.

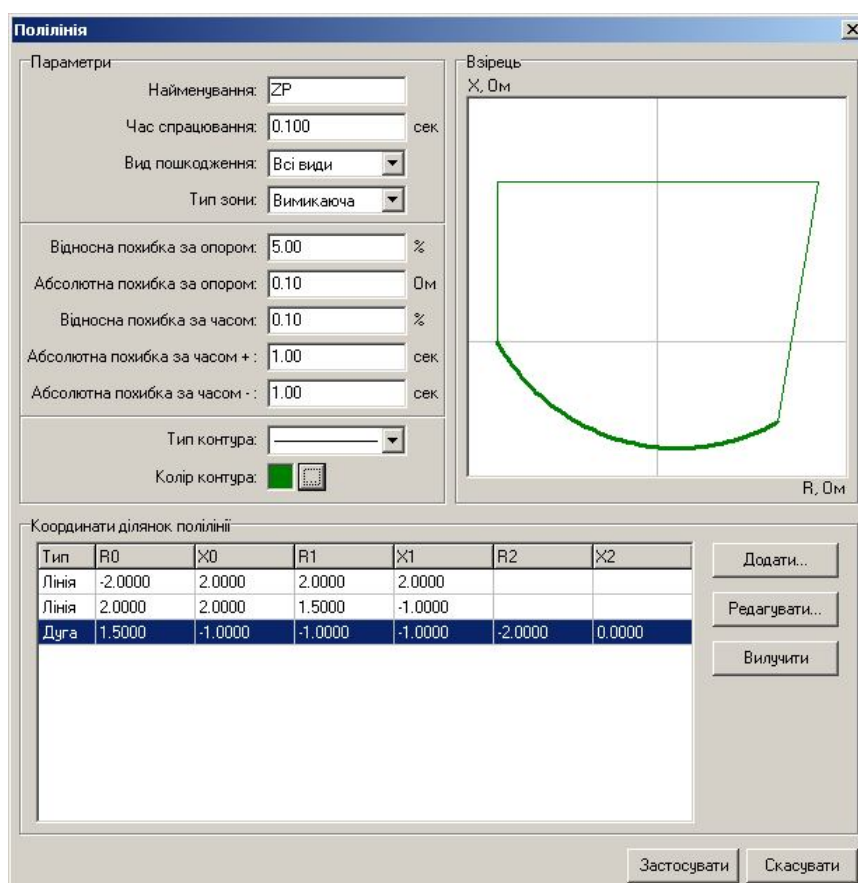


Рис. 4.14. Приклад побудови характеристики дистанційного органу у вигляді багатокутника

Всі побудовані характеристики зберігаються в бібліотеці, доступ до якої здійснюється з відповідного вікна (див. рис. 4.9).

У вікні *"Зони спрацювання ступеней захисту"* (див. рис. 4.9), крім функції формування нової характеристики (кнопка **"Додати"**), передбачені також функції редагування характеристик за допомогою кнопок **"Редагувати"**, **"Вилучити"**, **"Скопіювати"**.

Передбачена можливість задавати та відображати характеристики з заданою похибкою. Для цього необхідно у вікні (див. рис. 4.9) перейти на сторінку *"Похибки"* (рис. 4.15).

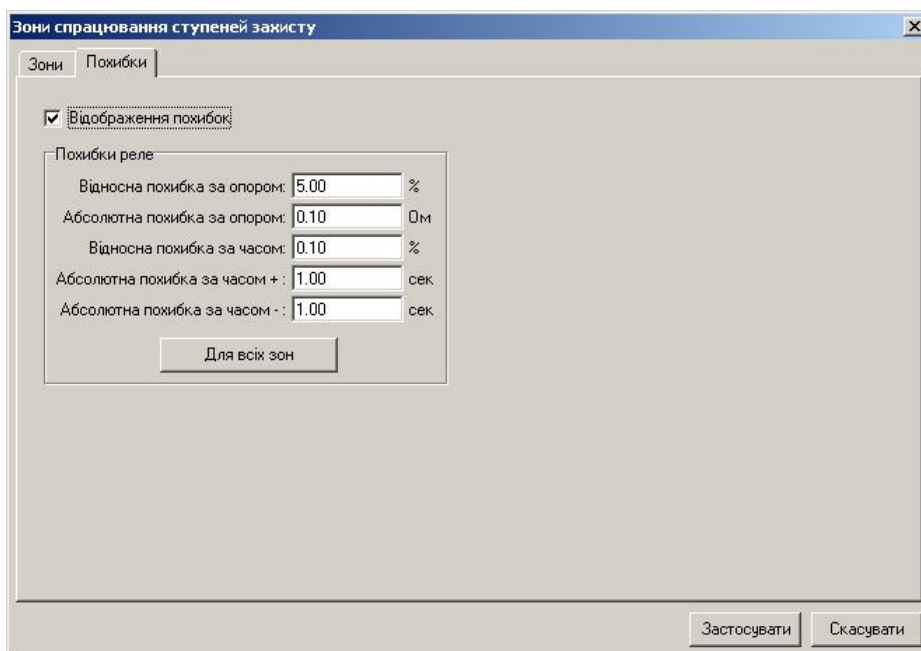


Рис. 4.15. Похибки зон спрацювання дистанційного захисту

Для відображення похибок та їх врахування під час перевірки необхідно активізувати опцію *"Відображення похибок"*.

Значення похибок задаються в полі *"Похибки реле"*.

Ці похибки будуть враховуватися під час формування тільки нової характеристики.

Передбачена також можливість задавати однакові похибки для всіх сформованих характеристик, які зберігаються в бібліотеці. Для цього необхідно заповнити відповідні поля (див. рис. 4.15) та натиснути кнопку **"Для всіх зон"** – з'явиться попередження (рис. 4.16)

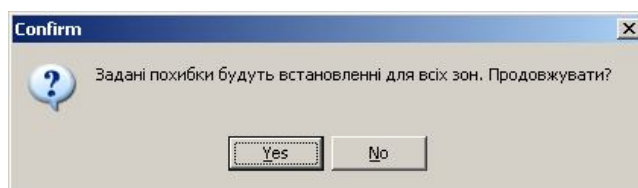


Рис. 4.16. Попередження встановлення похибок зон спрацювання

Після натиснення кнопки **"Yes"** похибки будуть встановлені однаковими для всіх зон дистанційного захисту, які є в даному об'єкті. Якщо для деяких зон були інші похибки, вони будуть втрачені.

4.5.9. Перевірка зон спрацювання в режимі множини точок

Для прискорення процесу перевірки передбачений режим *"Множина точок"*, який задається в полі *"Перевірка"* (див. рис.4.6). В цьому режимі здійснюється підготовка інформації для комплексної перевірки наперед заданої множини точок (рис. 4.17).

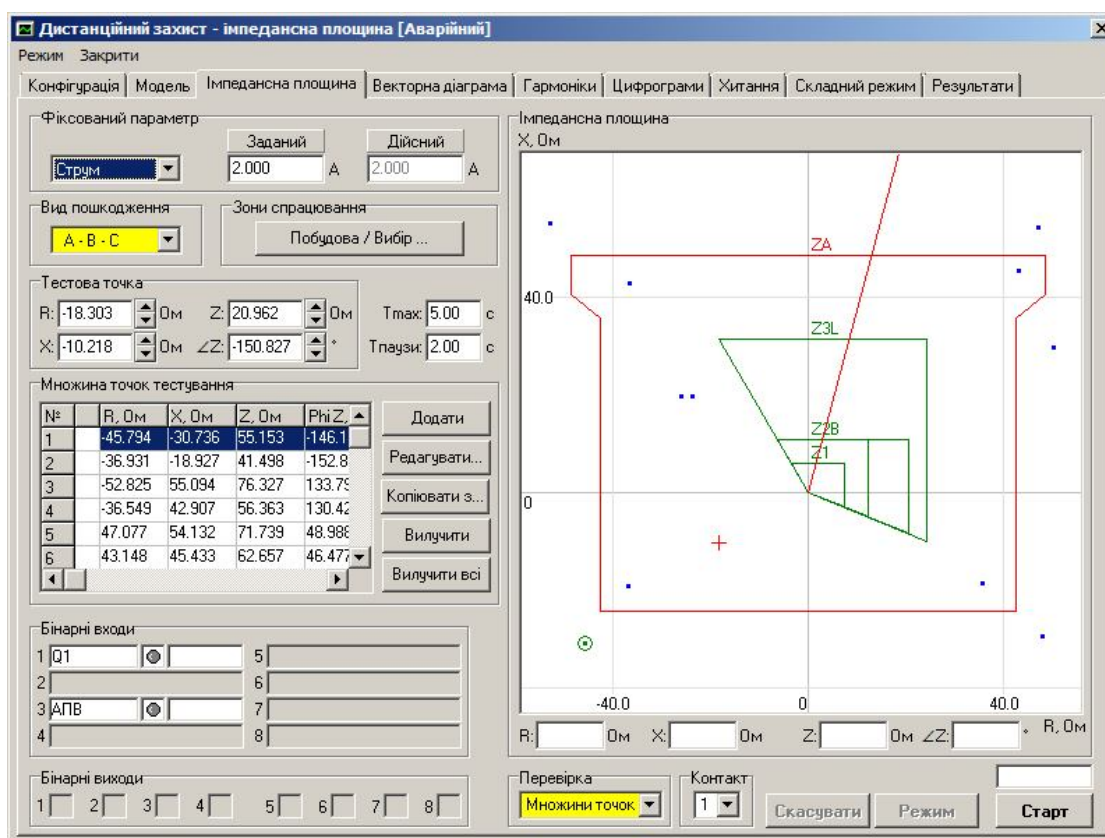


Рис. 4.17. Режим "Множина точок"

Після активізації даного режиму відкривається поле *"Множина точок тестування"*, де в таблиці відображаються координати точок тестування та їх характеристики: координати в алгебричній та показниковій формах, назва та час спрацювання очікуваної зони, назва та час реальної зони спрацювання (дана інформація формується після проведення тестування), а також фіксований параметр перевірки. Координати точок тестування можна задавати одним з наступних способів:

- шляхом подвійного "кліку" точки на імпедансній площині;

- за допомогою кнопки **"Додати"**, яка попередньо задається маніпулятором "миша" в полі *"Імпедансна площина"*;
- за допомогою кнопки **"Додати"**, яка попередньо задається з клавіатури в полі *"Тестова точка"*.

Сформовані точки на імпедансній площині відображаються кольором, заданим в конфігурації. Конфігурація графіки викликається за допомогою команди *"Графіка"* в пункті головного меню *"Конфігурація"* (рис. 4.18).

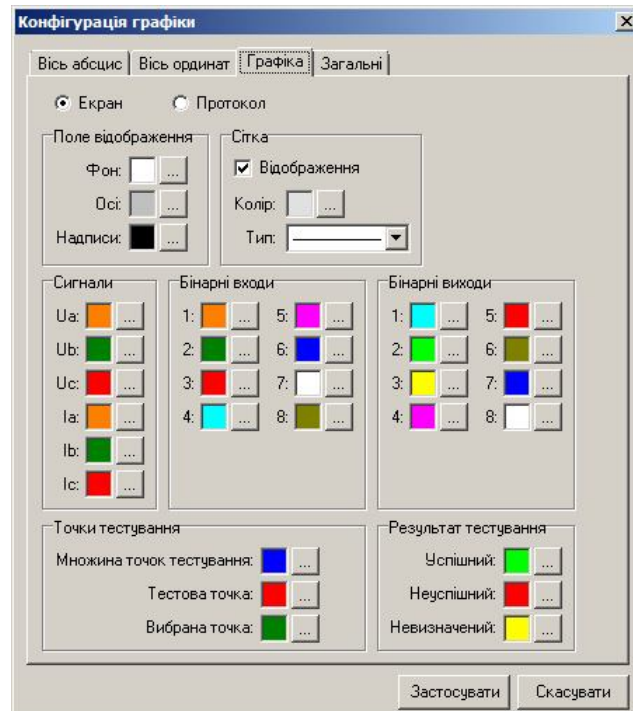


Рис.4.18. Вікно конфігурації графіки модуля *"Дистанційний захист"*

В полі *"Точки тестування"* є можливість задавати колір для відображення сформованої множини точок тестування, тестової точки та вибраної точки.

Множина точок – це точки сформовані в таблиці *"Множина точок тестування"* (див. рис. 4.17). Тестова точка – це точка, координати якої задаються в полі *"Тестова точка"* (див. рис. 4.17), форма цієї точки є перехрестя. Вибрана точка – це точка вибрана у таблиці *"Множина точок тестування"*, форма якої є коло.

Після формування таблиці передбачена можливість здійснювати з заданою множиною точок наступні команди, шляхом натискання відповідної кнопки в полі *"Множина точок тестування"* (рис. 4.17):

- кнопка **"Редагувати"** дозволяє змінювати координати вибраної з множини точки;
- кнопка **"Копіювати з"** дозволяє копіювати раніше створені точки тестування в інших режимах. Вибір режиму з якого здійснюється копіювання точок здійснюється у діалоговому вікні (рис. 4.19), яке з'явиться на екрані ПК після натиснення цієї кнопки;

- кнопка **"Вилучити"** дозволяє вилучати з множини вибрану точку;
- кнопка **"Вилучити всі"**. Після виконання цієї команди буде видалена вся множина точок.

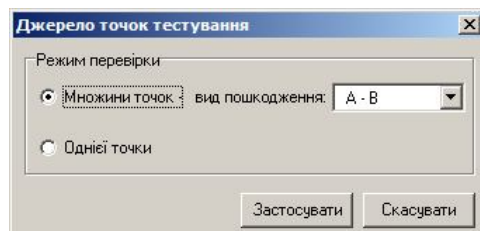


Рис. 4.19. Вікно вибору джерела точок тестування

Результат виконання команд відображається в таблиці та в полі *"Імпедансна площина"*.

Передбачена можливість змінювати відображення колонок таблиці. Приховати чи відобразити певну колонку таблиці можна за допомогою локального меню (рис. 4.20).

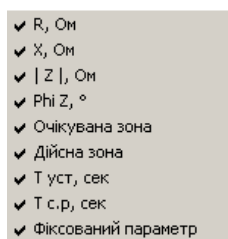


Рис. 4.20. Інформація таблиці "Множина точок тестування"

4.5.10. Дані формату RIO та XRIO

Передбачена можливість зчитування інформації про дистанційні захисти з файлів, де вона зберігається в міжнародному форматі даних RIO або XRIO.

XRIO – це нова версія формату з використанням XML технології.

Це суттєво покращує роботу користувача, тому що практично всі закордонні цифрові захисти працюють з цим форматом даних.

Дані в форматі RIO або XRIO завантажуються за допомогою команди *"Завантажити"* пункту головного меню *"Об'єкт"*. Після активізації меню *"Об'єкт"* з'явиться підменю з можливими командами роботи з файлами (рис. 4.21).

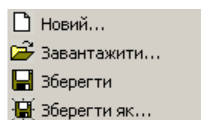


Рис. 4.21. Меню роботи з файлами

Після активізації команди *"Завантажити"* на екран монітора виведеться стандартне вікно WINDOWS (рис. 4.22)

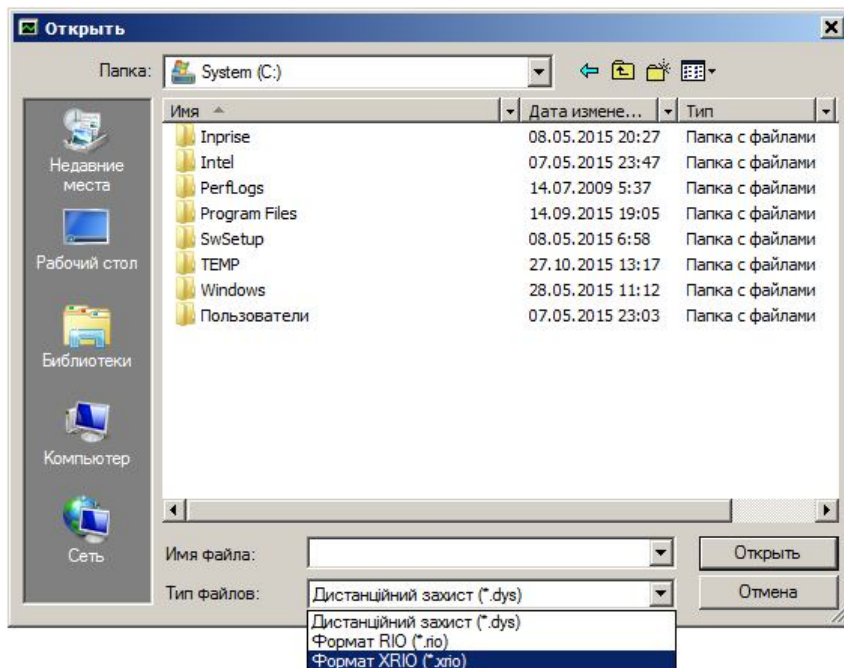


Рис. 4.22. Вікно вибору файлу

В полі "Тип файлів" необхідно задати тип файлів з розширенням *.RIO або *.XRIO (файли з розширенням *.DYS відносяться до власного формату GRAN). Після цього в основному полі вікна (див. рис. 4.22) відобразяться файли з розширенням *.RIO та *.XRIO. Після вибору потрібного файлу завантажиться об'єкт дистанційного захисту.

4.5.11. Запуск цифрограм

Для запуску цифрограм зі сторінки "Імпедансна площа" передбачені наступні кнопки управління:

- "Старт";
- "Режим";
- "Скасувати".

Після натиснення на кнопку "Старт" "ПРИСТРІЙ" почне генерувати гармонічні сигнали фазних струмів та напруг, які будуть автоматично сформовані на основі наступної інформації:

- координат фіксованої точки на імпедансній площині;
- значення фіксованого параметра (модель заданого опору, струму чи напруги);
- виду пошкодження (трифазне, двофазне чи однофазне);
- параметрів моделей системи та лінії;
- заданої частоти (задається на сторінці "Векторна діаграма").

Величини фазних струмів та напруг можна проконтролювати на сторінці *"Векторна діаграма"*, або на імпедансній площині, якщо заданий режим відображення цих координат (див. п. 4.5.1 та п. 4.6).

Генерація залежить від режиму перевірки. В режимі перевірки однієї точки генерація здійснюється однократно, в режимі перевірки множини точок генерація буде здійснюватись по чергово для кожної точки таблиці починаючи з вибраної.

В режимі перевірки однієї точки передбачена можливість зміни координат цієї точки в процесі генерації. Координати можна змінювати маніпулятором "миша" на імпедансній площині, з клавіатури в полі *"Тестова точка"* або використовуючи кнопки зі стрілками біля відповідних полів координат з кроком, заданим на сторінці *"Модель"*. Цей режим можна застосовувати для визначення зони спрацювання дистанційного органу, коли вона наперед невідома. Слід пам'ятати, що в цьому режимі не контролюється час спрацювання захисту.

Режим генерації, під час перевірки однієї точки, може бути зупинений одним з наступних способів:

- натисненням на кнопку **"Стоп"** (після натиснення на кнопку **"Старт"** і початку генерації режиму вона поміняє свою назву на **"Стоп"** і буде мигати);
- спрацюванням бінарного входу, який сконфігурований для режиму *"Зупинка пристрою"*.

Після зупинки генерації формуються результати перевірки. У випадку спрацювання, в полі *"Зона спрацювання"* відображається дійсна зона та реальний час її спрацювання. Якщо на протязі часу генерування спрацювання не відбулося, відповідні поля залишаються порожніми.

На імпедансній площині результати перевірки відображаються наступним чином: колір, який задається в конфігурації *"Графіки"* (див. рис. 4.18) визначає результат перевірки – успішний, неуспішний чи невизначений, наприклад, по замовчуванню – зелений – успішний, червоний – неуспішний, жовтий – невизначений, а форма визначає спрацювання бінарного входу (крапка – спрацював, хрестик – не спрацював).

Крім того, передбачена можливість генерації складного режиму шляхом натиснення кнопки **"Режим"**. Вона здійснюється аналогічно, як і в модулі *"Незалежне джерело"* (див. п. 3.3.3).

В режимі перевірки множини точок, генерація здійснюється автоматично для кожної точки, починаючи з вибраної в таблиці. В цьому режимі змінювати координати заданих точок під час генерації неможливо. Для кожної точки генерація здійснюється на протязі часу, заданого в полі *"Tmax"*, або до моменту спрацювання бінарного входу. Між генераціями двох послідовних точок можна задавати паузу в полі *"Tпаузи"*.

Результати тестування для кожної точки – дійсна зона, реальний час її спрацювання відображаються у відповідних полях таблиці. Крім того, в першій колонці таблиці відображається загальний результат тестування: "+" – успішний, "-" – неуспішний, "+/-" – невизначений.

На імпедансній площині відображається результат перевірки аналогічно режимові однієї точки.

4.6. Сторінка "Векторна діаграма"

Вигляд сторінки "Векторна діаграма" представлений на рис. 4.23.

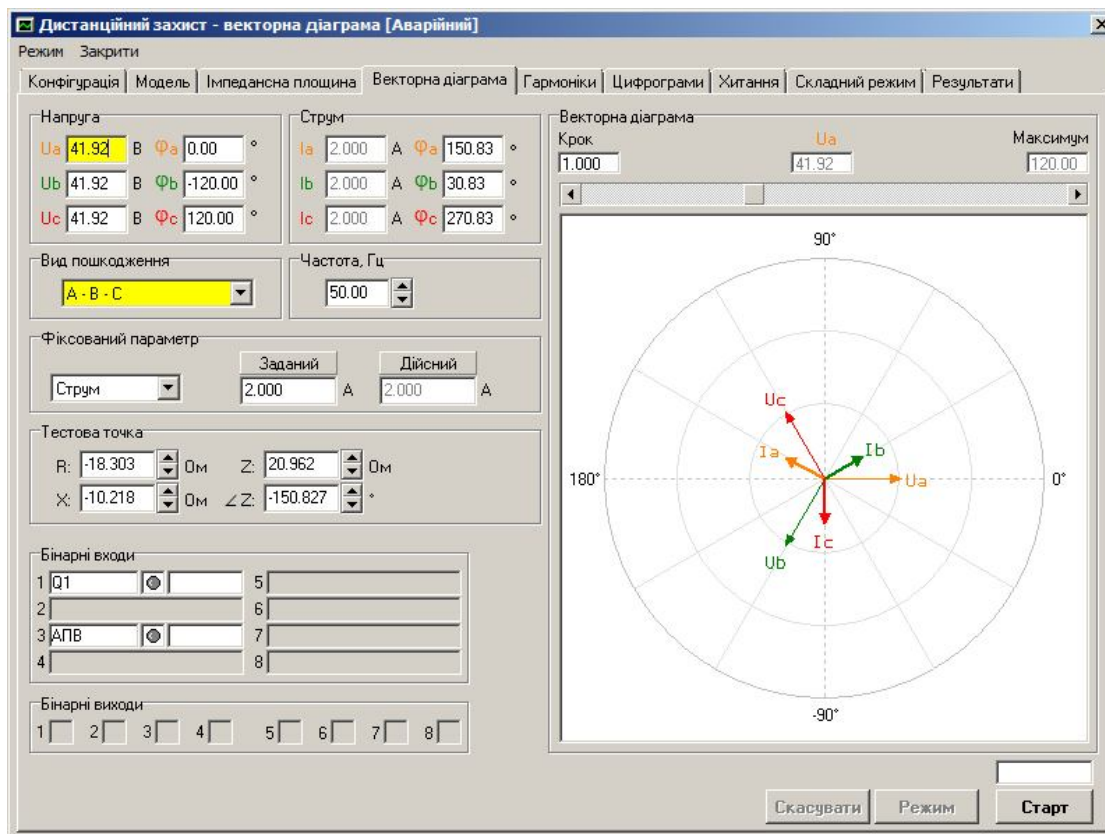


Рис. 4.23. Векторна діаграма модуля "Дистанційний захист"

Детально про роботу з сторінкою "Векторна діаграма" описано в п. 3.3. Про те, є деякі особливості.

Початкові значення векторів фазних струмів та напруг відповідають тестовій точці на сторінці "Імпедансна площина". Якщо користувач на даній сторінці буде змінювати фазні напруги та струми, як по модулю, так і по фазі, то будуть змінюватись і координати тестової точки на імпедансній площині.

Аналогічно, як і на сторінці "Імпедансна площина", передбачена можливість задавати види пошкоджень. Після цього буде реалізовуватись одна з моделей електричної мережі (4.3) – (4.18). На відміну від сторінки "Імпедансна площина" на сторінці "Векторна діаграма" можна задавати, крім різних видів к.з., ще й "Незалежний" режим зміни струмів та напруг. Але для цього режиму не будуть перераховуватись координати тестової точки на імпедансній площині і після переходу на сторінку "Імпедансна площина" інформація про

незалежні величини фазних напруг та струмів буде втрачена. Цей режим може бути використаний, наприклад, для формування безструмової паузи для складного режиму.

На сторінці *"Векторна діаграма"* відображаються значення фіксованого параметра та координати тестової точки на імпедансній площині, відповідно в полях *"Фіксований параметр"* та *"Тестова точка"*. Ці поля є недоступними для користувача.

Для запуску генерації з сторінки *"Векторна діаграма"* передбачені наступні кнопки управління:

- **"Старт";**
- **"Режим";**
- **"Скасувати".**

Запуск цифrogram здійснюється аналогічно, як і з сторінки *"Векторна діаграма"* модуля *"Незалежне джерело"* і детально описаний в п. 3.3.3.

4.7. Сторінка "Гармоніки"

Дана сторінка аналогічна такій самій сторінці модуля *"Незалежне джерело"* (див. п. 3.4).

4.8. Сторінка "Цифрограми"

Дана сторінка аналогічна такій самій сторінці модуля *"Незалежне джерело"* (див. п. 3.5).

4.9. Сторінка "Хитання"

На цій сторінці передбачена можливість формування сигналів (напруг та струмів) під час асинхронного ходу або під час хитань в системі. Ці сигнали потрібні для перевірки роботи дистанційного захисту під час виникнення таких режимів в енергосистемі, зокрема для налагодження модуля блокування від хитань дистанційного захисту. Загальний вигляд сторінки *"Хитання"* наведений на рис. 4.24.

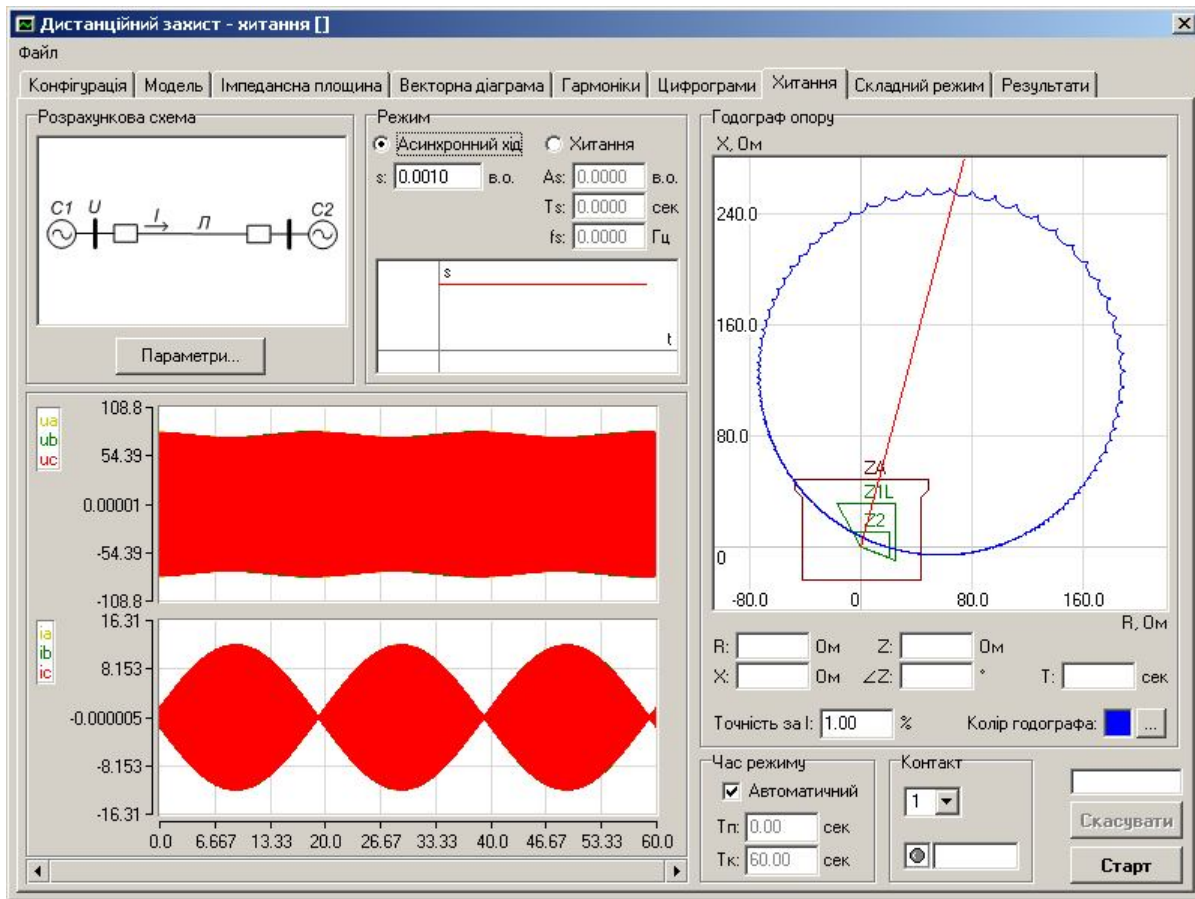


Рис. 4.24. Сторінка "Хитання" модуля "Дистанційний захист"

На цій сторінці розміщені наступні поля:

- "Розрахункова схема" – схема, за якою моделюються асинхронний режим та режим хитань;
- "Режим" – задається режим хитань або режим асинхронного ходу;
- "Годограф опору" – відображаються зони дистанційного захисту та годограф опору, який розраховується для заданого асинхронного режиму або режиму хитань;
- "Час режиму" – задається час, на протязі якого моделюється режим;
- "Контакт" – задається номер бінарного входу, за яким контролюється робота модуля блокування від хитань.

Математична модель, яка відтворює режим асинхронного ходу, або режим хитань має вигляд

$$\begin{aligned}
& \mathcal{E}_{C1} - \mathcal{L}_{C1} \cdot \frac{d\mathcal{I}}{dt} - \mathcal{R}_{C1} \cdot \mathcal{I} - \mathcal{L}_L \cdot \frac{d\mathcal{I}}{dt} - \mathcal{R}_L \cdot \mathcal{I} - \mathcal{L}_{C2} \cdot \frac{d\mathcal{I}}{dt} - \mathcal{R}_{C2} \cdot \mathcal{I} - \mathcal{E}_{C2} = 0; \\
& \mathcal{E}_{C1} - \mathcal{L}_{C1} \cdot \frac{d\mathcal{I}}{dt} - \mathcal{R}_{C1} \cdot \mathcal{I} - \mathcal{U} = 0; \\
& \mathcal{E}_{C1} = E_{M_{C1}} \cdot \sin(2\pi \cdot f + \Phi_{0_{C1}}); \\
& \mathcal{E}_{C2} = E_{M_{C2}} \cdot \sin(2\pi \cdot (f + f_s) + \Phi_{0_{C2}}),
\end{aligned} \tag{4.19}$$

де $\mathcal{E}_{C1}, \mathcal{E}_{C2}$ – еквівалентні е.р.с. систем $C1$ та $C2$, визначаються як

$$\mathcal{E}_{C1} = (e_{A_{C1}}, e_{B_{C1}}, e_{C_{C1}}), \mathcal{E}_{C2} = (e_{A_{C2}}, e_{B_{C2}}, e_{C_{C2}});$$

$E_{M_{C1}}, E_{M_{C2}}$ – амплітуди еквівалентних е.р.с. систем $C1$ та $C2$;

$\Phi_{0_{C1}}, \Phi_{0_{C2}}$ – початкові фази систем $C1$ та $C2$, в полі параметрів систем задається початкова фаза фази А, на основі яких визначаються інші фази

$$\Phi_{0_{C1}} = (\varphi_{A_{C1}}, \varphi_{A_{C1}} - 120^\circ, \varphi_{A_{C1}} + 120^\circ); \Phi_{0_{C2}} = (\varphi_{A_{C2}}, \varphi_{A_{C2}} - 120^\circ, \varphi_{A_{C2}} + 120^\circ);$$

$\mathcal{L}_{C1}, \mathcal{L}_{C2}$, – еквівалентні індуктивності систем $C1$ та $C2$, які визначаються на основі реактансів XS , які задаються в відповідних полях параметрів систем

$$\mathcal{L}_{C1} = \text{diag}\left(\frac{XS_{C1}}{2\pi f}, \frac{XS_{C1}}{2\pi f}, \frac{XS_{C1}}{2\pi f}\right); \mathcal{L}_{C2} = \text{diag}\left(\frac{XS_{C2}}{2\pi f}, \frac{XS_{C2}}{2\pi f}, \frac{XS_{C2}}{2\pi f}\right);$$

$\mathcal{R}_{C1}, \mathcal{R}_{C2}$ – еквівалентні активні опори систем $C1$ та $C2$, також задаються у відповідних полях параметрів систем $\mathcal{R}_{C1} = \text{diag}(R_{C1}, R_{C1}, R_{C1}); \mathcal{R}_{C2} = \text{diag}(R_{C2}, R_{C2}, R_{C2})$;

$\mathcal{R}_L, \mathcal{L}_L$ – параметри лінії, лінія моделюється поздовжніми параметрами активним та реактивним опорамі прямої послідовності

$$\mathcal{R}_L = \text{diag}(R_L, R_L, R_L); \mathcal{L}_L = \text{diag}\left(\frac{X_L}{2\pi f}, \frac{X_L}{2\pi f}, \frac{X_L}{2\pi f}\right);$$

f – частота системи $C1$;

f_s – частота ковзання, на основі якої визначається частота системи $C2$.

Інформація про параметри систем та лінії задається у діалоговому вікні, яке викликається натисненням кнопки **"Параметри"** в полі *"Розрахункова схема"* (див. рис. 4.24) – з'являється діалогове вікно *"Параметри"* (рис. 4.25).

Рис. 4.25. Параметри мережі

Оскільки асинхронний хід та хитання є симетричними режимами, системи задаються значеннями модулів фазних напруг (фази А) та початковими кутами. Рекомендується для однієї системи задавати початковий кут 0° , для іншої – значенням кута, який відповідає доаварійному завантаженню лінії активною потужністю.

Слід пам'ятати, що параметри систем та лінії необхідно задавати приведеними до вторинних струмів та напруг.

Тому номінальна фазна напруга системи складає $57.4 \approx \frac{100}{\sqrt{3}}$.

Приведені значення опорів систем та лінії розраховуються наступним чином

$$Z_{\text{вторинне}} = Z_{\text{первинне}} \cdot \frac{n_{TA}}{n_{TV}} \quad (4.20)$$

де $Z_{\text{первинне}}$ – первинне значення опору системи (лінії); n_{TA} , n_{TV} – коефіцієнти трансформації трансформаторів струму та напруги.

Для рішення системи рівнянь (4.19) застосовується неявний метод формул диференціювання назад (ФДН).

В полі "Режим" користувач вибирає характер зміни частоти ковзання. Передбачена можливість задавати два режими:

- асинхронний (з незмінною частотою ковзання). Характер зміни координат режиму струмів та напруг за такого режиму наведений на рис. 4.24;
- хитань. В цьому режимі користувач може задавати вплив реальної дії регуляторів на електричних станціях та протиаварійної автоматики на підстанціях. В цьому режимі частота ковзання не є постійною, а змінюється в часі. Характер цієї зміни задається рівнянням

$$s = A_s \cdot e^{-\frac{t}{T_s}} \cdot \sin(\omega_s \cdot t + 90^\circ), \quad (4.21)$$

де A_s – максимальне значення частоти ковзання в режимі хитань; T_s – постійна часу затухання ковзання; ω_s – власна частота зміни ковзання.

В нижній частині поля "Режим" на основі заданої інформації про характер хитань відображається характер зміни частоти ковзання.

На рис. 4.26 наведений характер зміни величин в режимі хитань.

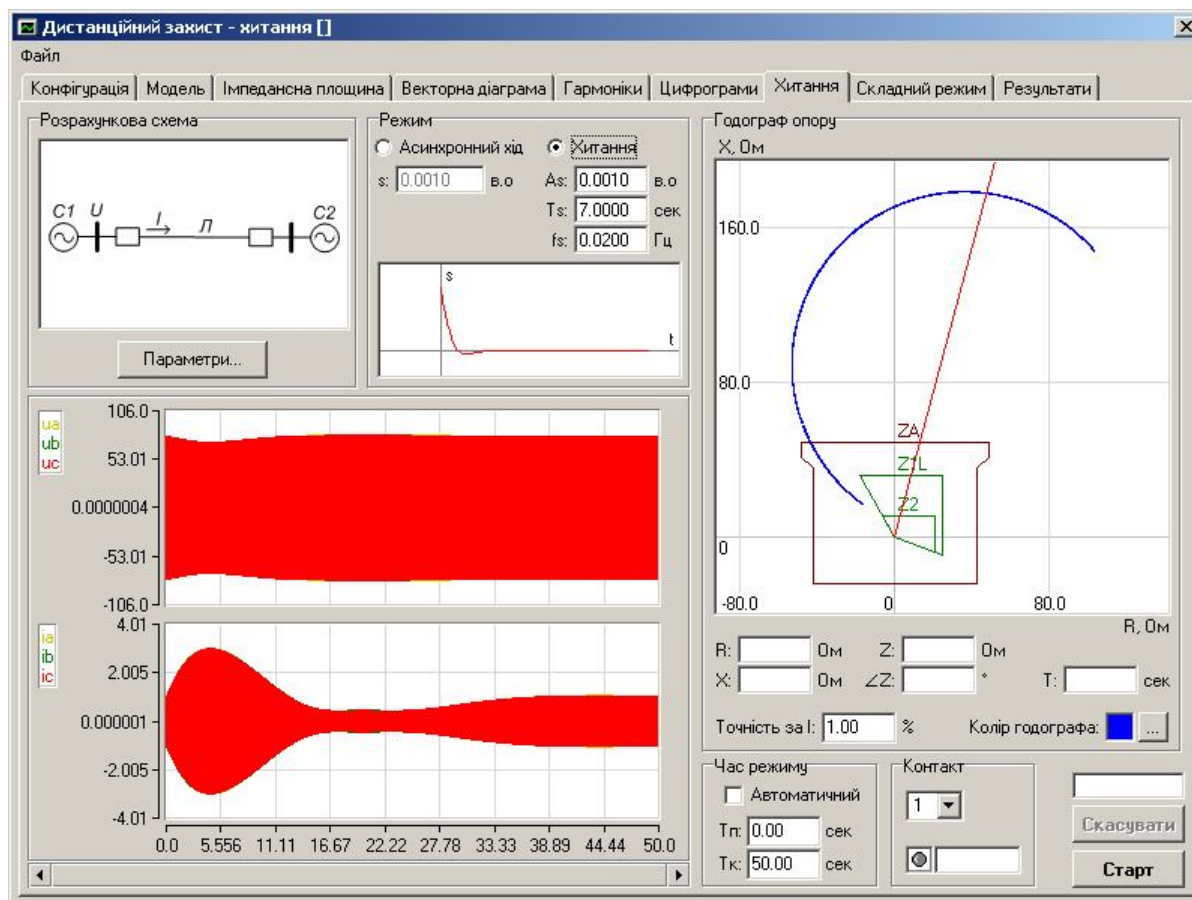


Рис. 4.26. Режим хитань

В полі "Годограф опор" на імпедансній площині приведений характер зміни годографу опор в режимі хитань. В цьому ж полі відображаються і зони дистанційного захисту, який перевіряється (вони задаються на сторінці "Імпедансна площа" даного модуля).

Під час переміщення курсора "миші" в полі відображення годографу опор в нижній частині поля відображатимуться координати положення курсора. У випадку, коли курсор буде попадати безпосередньо на годограф зміни опор, то у полі "T (сек)" буде відображатись час, який відповідає цій величині опор в режимі хитань.

В цьому ж полі задається точність за струмом під час побудови годографа опору. У випадку, коли значення струму стає рівним нулю $Z \rightarrow \infty$. Щоб виключити точки розриву під час побудови годографа опору задається мінімальне значення струму, за яким ще розраховується значення опору. При менших значеннях струму величина опору не розраховується і на кривій годографа ці точки не відображаються. Значення струму задається в % відносно максимального можливого значення даного режиму.

В полі "*Час режиму*" можна задавати діапазон зміни координат режиму під час хитань. Якщо вибраний автоматичний вибір діапазону, то цей час визначатиметься наступним чином.

Для режиму асинхронного ходу:

$$T = 3 / (s \cdot f_{ном}) = 3 / (s \cdot 50), \quad (4.22)$$

де s – ковзання у в.о, яке задається у полі s (в.о); $f_{ном}$ – номінальна частота, Гц.

У випадку режиму хитань діапазон зміни координат режиму визначається як

$$T = 3 \cdot T_s, \quad (4.23)$$

де T_s – постійна часу затухання ковзання, задається у відповідному полі.

Якщо користувачу необхідно задати будь-який діапазон зміни координат режиму під час хитань, то необхідно відмінити опцію "*Автоматичний*", а в полях "*Tп, сек*" та "*Tк, сек*" ввести потрібний діапазон відображення координат режиму під час хитань.

В полі відображення координат режиму – фазних напруг та фазних струмів передбачена можливість виконання деяких операцій (див. п. 3.5.1).

В полі "*Контакт*" задається номер бінарного входу, за яким контролюється робота модуля блокування від хитань. Після спрацювання цього контакту у відповідних полях відображається стан та час спрацювання.

Запуск генерації координат режиму здійснюється за допомогою кнопки "**Старт**" аналогічно як на сторінці "*Цифрограми*" модуля "*Незалежне джерело*" (див. п. 3.5.2).

4.10. Сторінка "Складний режим"

На цій сторінці передбачена можливість формування складного режиму, на основі координат режимів, створених на сторінках "*Імпедансна площа*", "*Векторна діаграма*", "*Гармоніки*", "*Цифрограми*", "*Хитання*".

Робота з даною сторінкою аналогічна роботі з сторінкою "*Складний режим*" модуля "*Незалежне джерело*" (див. п. 3.7 даної інструкції).

4.11. Сторінка "Результати"

Дана сторінка аналогічна такій самій сторінці модуля *"Незалежне джерело"* (див. п. 3.8 даної інструкції).

5. МОДУЛЬ "СТРУМОВИЙ ЗАХИСТ"

Модуль "Струмовий захист" призначений для автоматичної перевірки та налагодження комплексних струмових захистів, виконаних на електромеханічній та цифровій базі. Дозволяє здійснювати перевірку багатоступеневих струмових захистів, спрямованих струмових захистів з довільними характеристиками спрацювання.

5.1. Сторінка "Конфігурація"

Після активізації модуля "Струмовий захист" на екран дисплея виведеться вікно (рис. 5.1).

На сторінці "Конфігурація" в груповому полі "Пристрій" задаються загальні характеристики, в груповому полі "Змінний струм" – номінальні та максимально допустимі параметри захисту подібно як у модулі "Незалежне джерело" (див. п. 3.2).

В комбінованому полі "Номер контакту" задається номер бінарного входу "ПРИСТРОЮ", до якого приєднаний контакт вихідного реле захисту, який перевіряється.

Рис. 5.1. Сторінка конфігурації захисту

5.2. Сторінка "Параметри захисту"

Загальний вигляд цієї сторінки наведений на рис. 5.2.

Рис. 5.2. Сторінка "Параметри захисту"

В груповому полі "Спрямування захисту" задається характер захисту – спрямований він, чи ні. Якщо досліджується спрямований струмовий захист, то необхідно ініціалізувати опцію "Спрямування захисту". Для трансформаторів струму задається спрямування "В лінію" чи "До шин", а для трансформаторів напруги – приєднання трансформаторів напруги – "До лінії" чи "До шин". А також у відповідних полях задаються значення напруги (фазної чи лінійної) та початкове значення фази струму. У випадку спрямованого струмового захисту це є кут між напругою та струмом (залежить від виду к.з.). У випадку перевірки звичайного струмового захисту цей кут відповідає початковій фазі струму, який генерується "ПРИСТРОЄМ". У випадку активації опції "Спрямування захисту" "ПРИСТРІЙ" буде генерувати струми, в залежності від виду к.з., а також симетричну систему напруг. Якщо цю опцію відмінити – "ПРИСТРІЙ" буде генерувати лише струми.

В групових полях "Похибки за часом" та "Похибки за струмом" задаються відносна та абсолютна похибки захисту за струмом та за часом. Врахування заданих похибок буде здійснюватись у випадку ініціалізації опції "Відображення похибок".

В груповому полі "Доаварійний режим" задаються характеристики доаварійного режиму. Якщо доаварійний режим не потрібний, то в полі "Тривалість" необхідно задати значення "0".

5.3. Сторінка "Характеристики реле"

Сторінка "Характеристики реле" наведена на рис. 5.3.

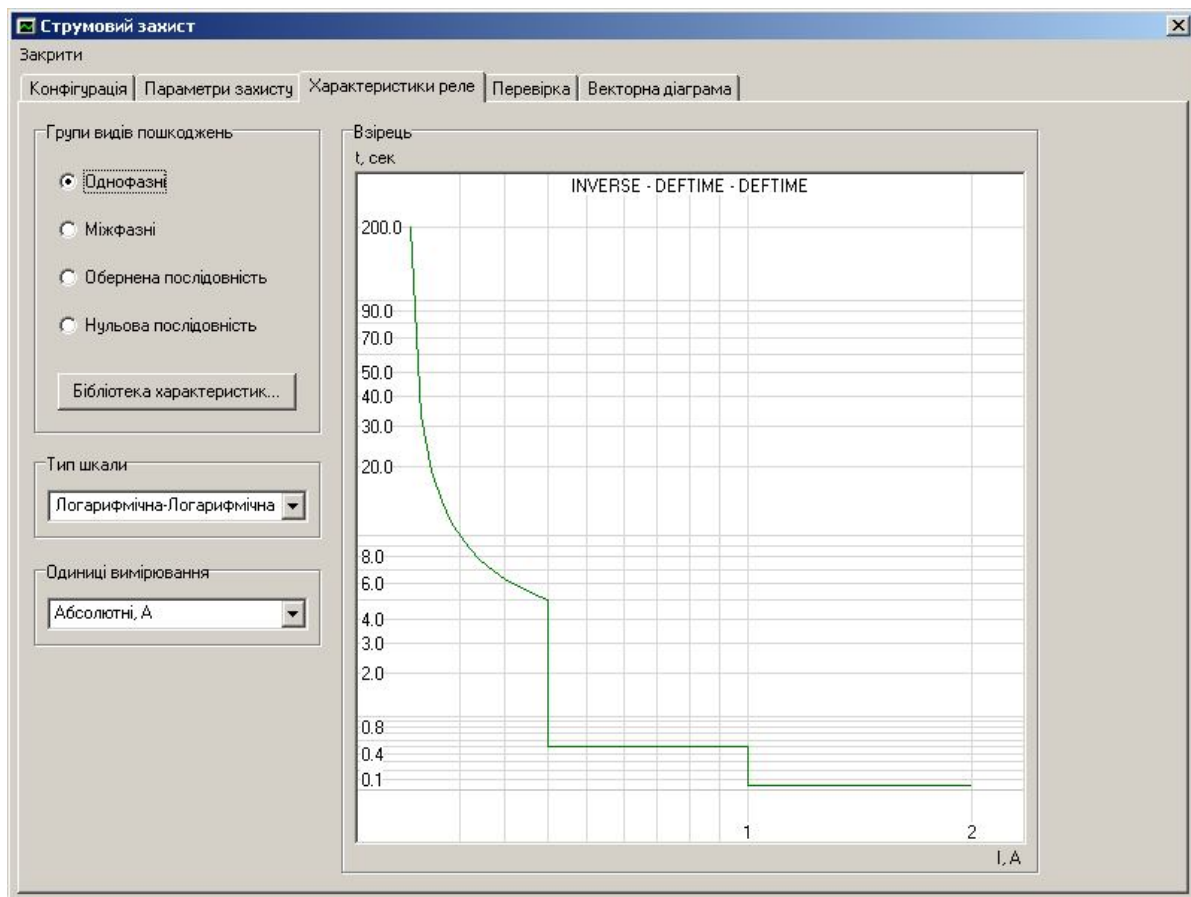


Рис. 5.3. Сторінка характеристик реле

На цій сторінці є можливість створювати бібліотеку характеристик, з якої вибирати потрібну характеристику для заданого виду струмового захисту.

В полі "Групи видів пошкоджень" задається вид пошкодження, для кожного з яких створюється бібліотека характеристик. Передбачені наступні групи характеристик:

- характеристики захистів від однофазних к.з.;
- характеристики захистів від міжфазних к.з.;
- характеристики захистів, які реагують на струм оберненої послідовності;
- характеристики захистів, які реагують на струм нульової послідовності.

Передбачена можливість формувати та зберігати в бібліотеці струмові характеристики будь-якої складності.

Потрібна характеристика вибирається з бібліотеки характеристик, або у випадку її відсутності в бібліотеці, вона формується.

Для цього необхідно натиснути на кнопку **"Бібліотека характеристик"**, яка розміщена в полі **"Групи видів пошкоджень"** – на екрані монітора з'явиться вікно (рис. 5.4).

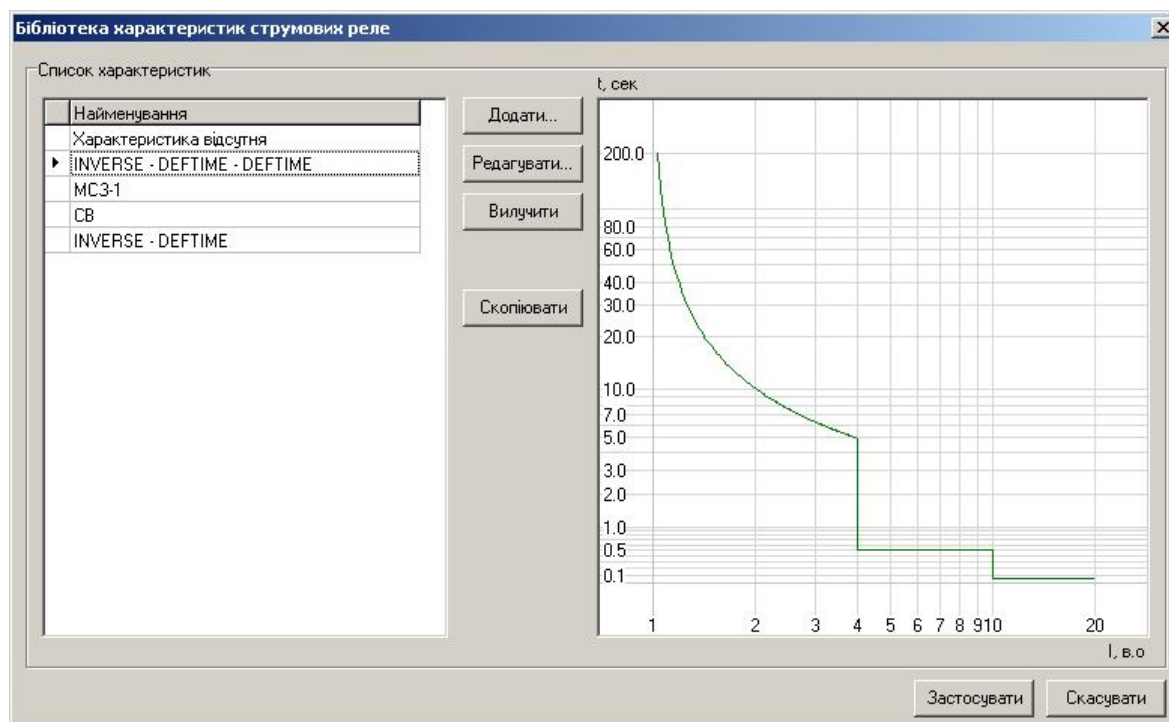


Рис. 5.4. Бібліотека характеристик

В полі **"Список характеристик"** виводяться назви всіх характеристик, які є в бібліотеці. Потрібна характеристика вибирається з списку. Вибрана характеристика буде відображена у полі справа. Після вибору потрібної характеристики необхідно натиснути на кнопку **"Застосувати"**. У випадку вибору стрічки **"Характеристика відсутня"** – для заданого виду пошкодження характеристика буде відсутня.

У цьому вікні, з використанням відповідних кнопок, передбачена можливість здійснювати наступні операції:

- додавати нові характеристики;
- редагувати існуючі;
- вилучати характеристики з бібліотеки;
- копіювати характеристики.

Для формування нової характеристики захисту необхідно натиснути на кнопку **"Додати"** – на екрані монітора з'явиться вікно (рис. 5.5).

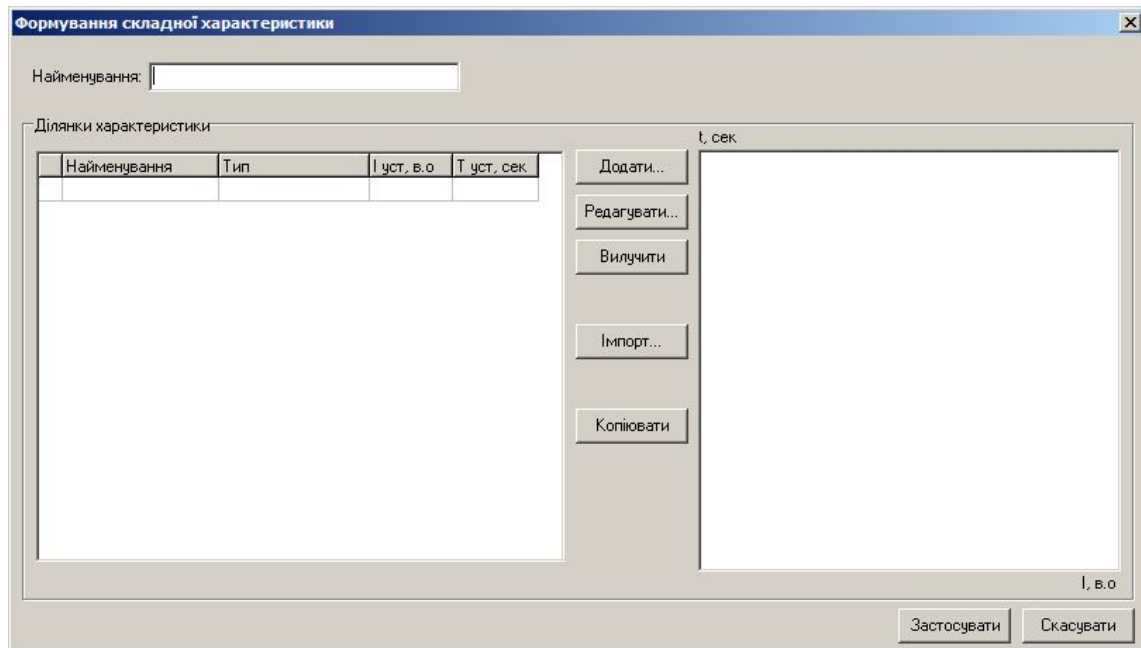


Рис. 5.5. Формування складної характеристики

Характеристика формується з окремих ділянок. Для того, щоб додати нову ділянку, необхідно натиснути кнопку "Додати" – з'явиться вікно (рис. 5.6).

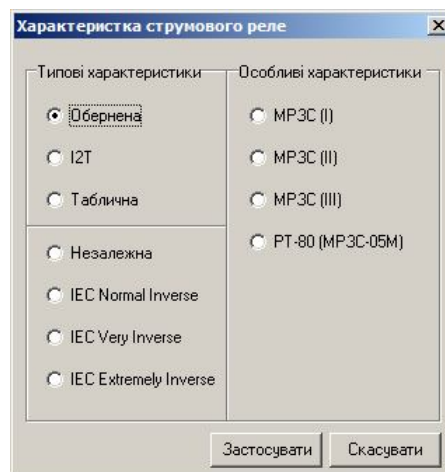


Рис. 5.6. Типові характеристики струмових реле

В цьому вікні наведені всі можливі типові характеристики струмових захистів. Для вибору потрібної характеристики необхідно її відмітити у списку та натиснути кнопку "Застосувати". Всі характеристики умовно розділені на групи. Перша група типових характеристик ("Обернена", "I²T", "Таблична") та особлива характеристика ("MP3C (III)") вимагає задання додаткової інформації. А характеристики "Незалежна", "IEC Normal Inverse", "IEC Very Inverse", "IEC Extremely Inverse", "MP3C (I)", "MP3C (II)", "PT-80 (MP3C-05M)" – не потребують задання додаткової інформації, вони є визначені жорстко. Якщо вибраний тип характеристики "Обернена", то з'являється вікно (рис. 5.7)

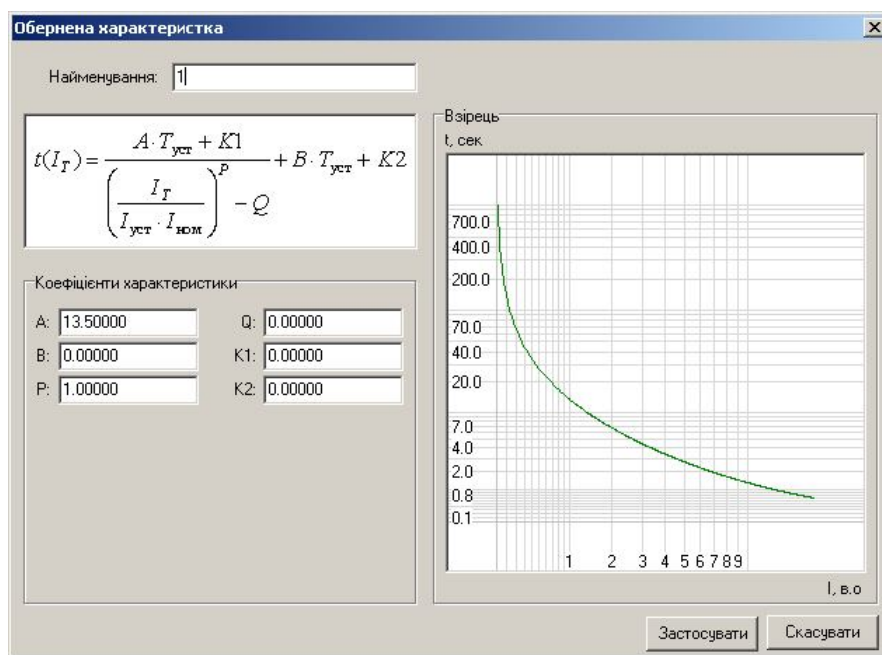


Рис. 5.7. Обернена характеристика

В цьому вікні наведена загальна формула, за якою формується обернена характеристика, та поля, в яких вводяться відповідні значення коефіцієнтів характеристики. В полі "Взірець" відображається задана характеристика.

Після вводу відповідних значень коефіцієнтів в полі редагування "Найменування" вводиться назва характеристики та натискається кнопка "Застосувати".

Якщо вибраний тип характеристики "I2T", то з'явиться вікно (рис. 5.8).

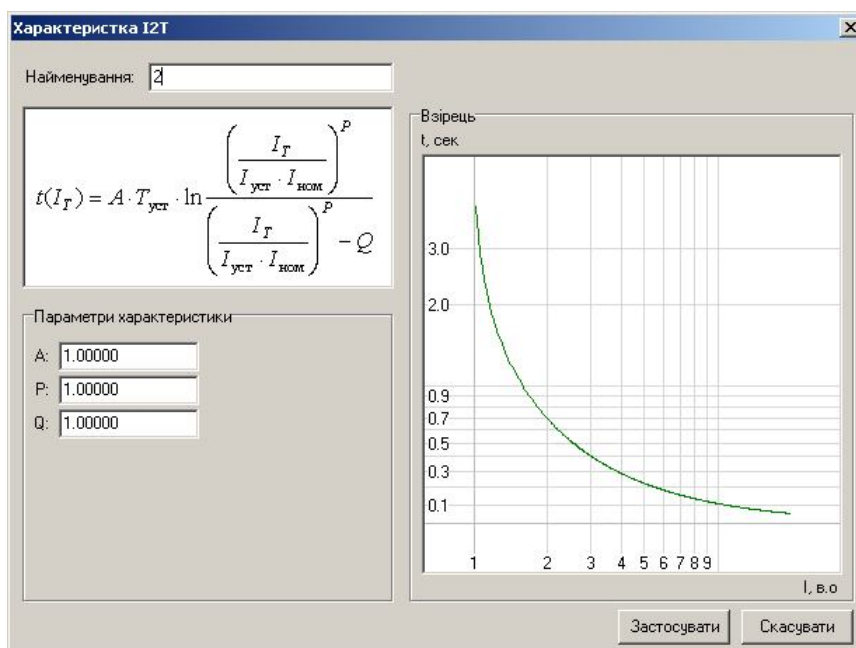


Рис. 5.8. Характеристика виду I2T

Значення коефіцієнтів характеристики задаються в полях редагування "Параметри характеристики".

Якщо користувачу необхідно задати нетипову характеристику, то потрібно вибрати тип "Таблична". В цьому випадку на екрані монітора з'явиться вікно (рис. 5.9). В табличній формі вводяться координати точок характеристики. По мірі введення координат точок, в полі "Взірець" відображається характеристика. Для вводу нової точки необхідно скористатися кнопкою "Додати". Передбачена можливість редагувати координати вибраної точки (кнопка "Редагувати"), а також вилучати вибрану точку чи всі точки (кнопки "Вилучити" та "Вилучити всі").

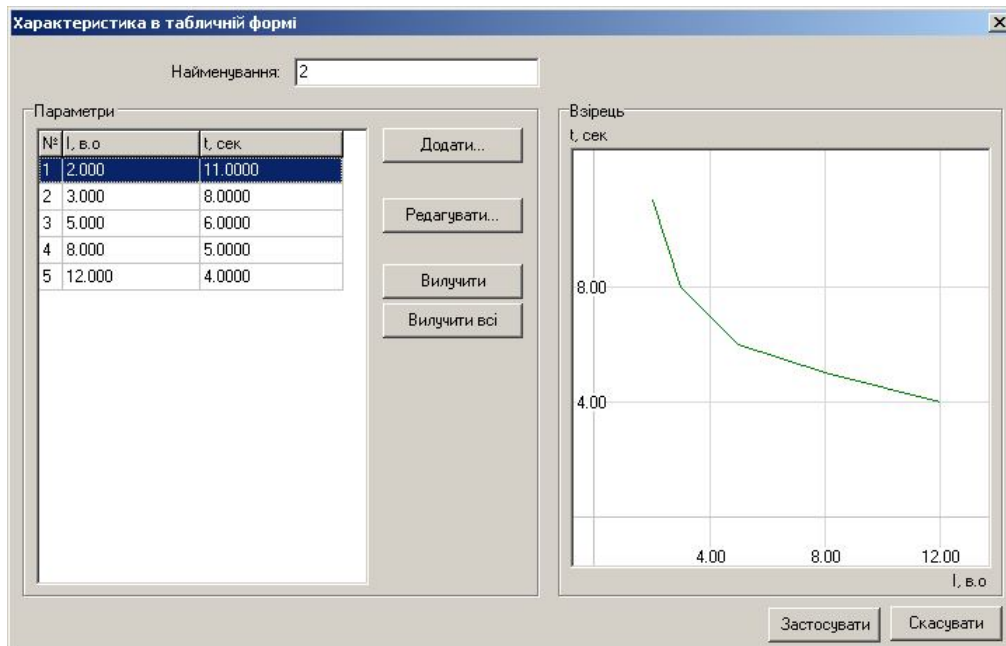


Рис. 5.9. Таблична форма представлення характеристики

Передбачена можливість користувачу задавати характеристики з фіксованими значеннями коефіцієнтів, які формуються на основі формули оберненої характеристики (рис. 5.7). Це характеристика "IEC Normal Inverse" ($A = 0.14$; $B = 0$; $P = 0.02$; $Q = 1$; $K1 = 0$; $K2 = 0$), "IEC Very Inverse" ($A = 13.5$; $B = 0$; $P = 1$; $Q = 1$; $K1 = 0$; $K2 = 0$), "IEC Extremely Inverse" ($A = 80$; $B = 0$; $P = 2$; $Q = 1$; $K1 = 0$; $K2 = 0$).

Передбачена можливість задавати також і незалежну характеристику. Для цього необхідно під час формування характеристики вибрати тип характеристики "Незалежна" (див. рис. 5.6). При виборі цієї характеристики відкривається вікно (рис. 5.10).

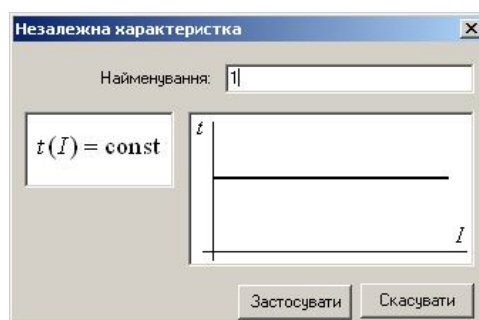


Рис. 5.10. Незалежна характеристика

Передбачені також особливі характеристики, такі як МРЗС (I) (рис. 5.11), МРЗС (II) (рис. 5.12), МРЗС (III) (рис. 5.13) та РТ-80 (МРЗС-05М) (рис. 5.14).

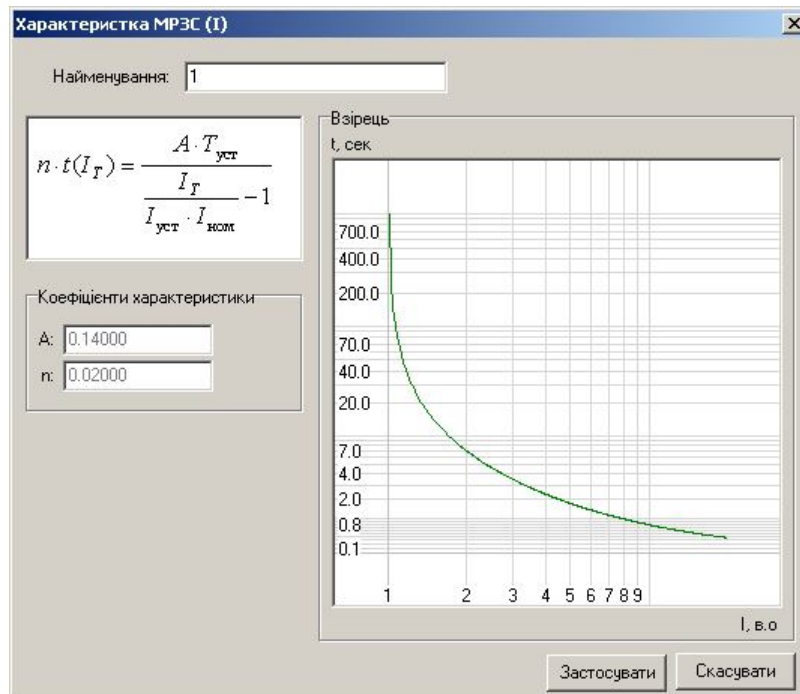


Рис. 5.11. Характеристика МРЗС (I)

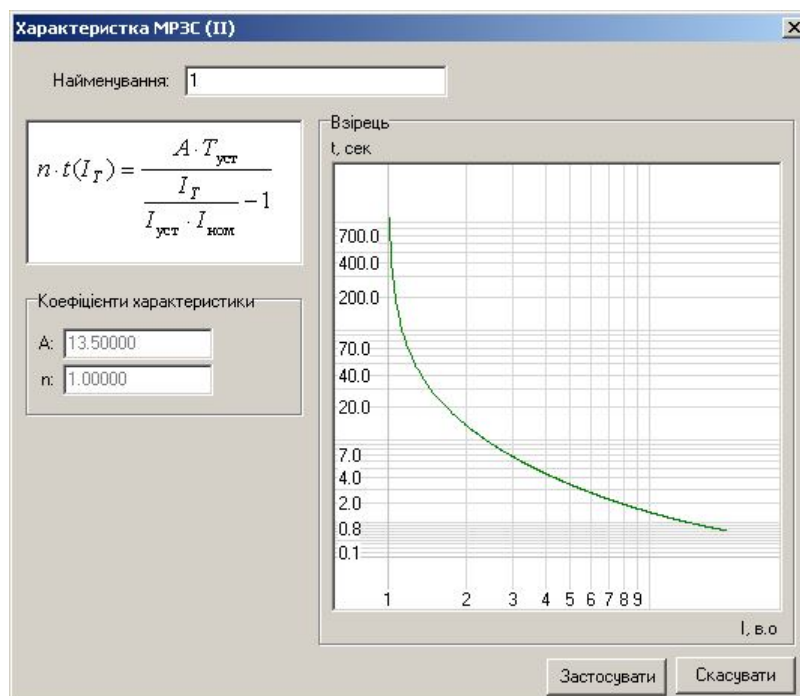


Рис. 5.12. Характеристика МРЗС (II)

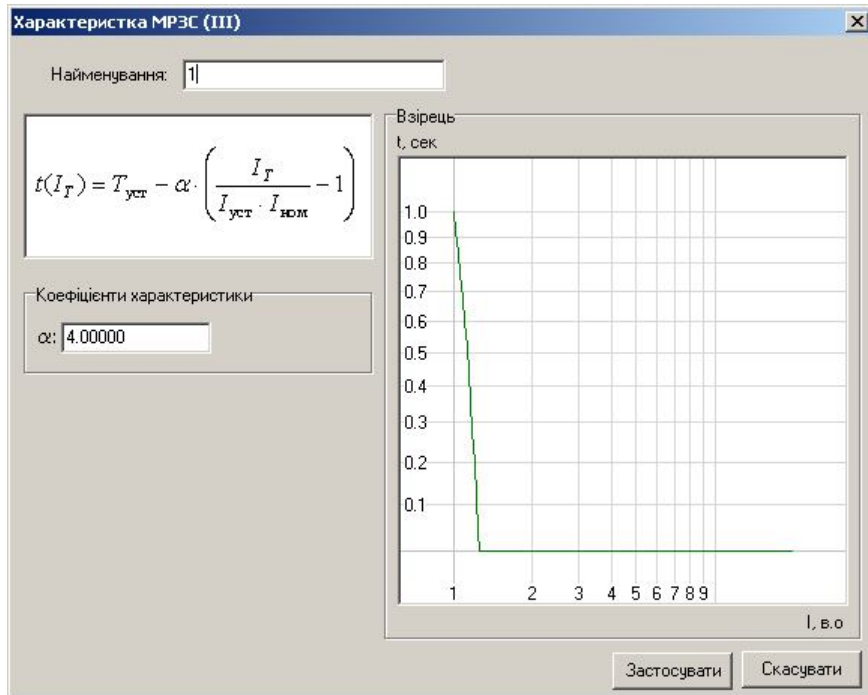


Рис. 5.13. Характеристика МРЗС (III)

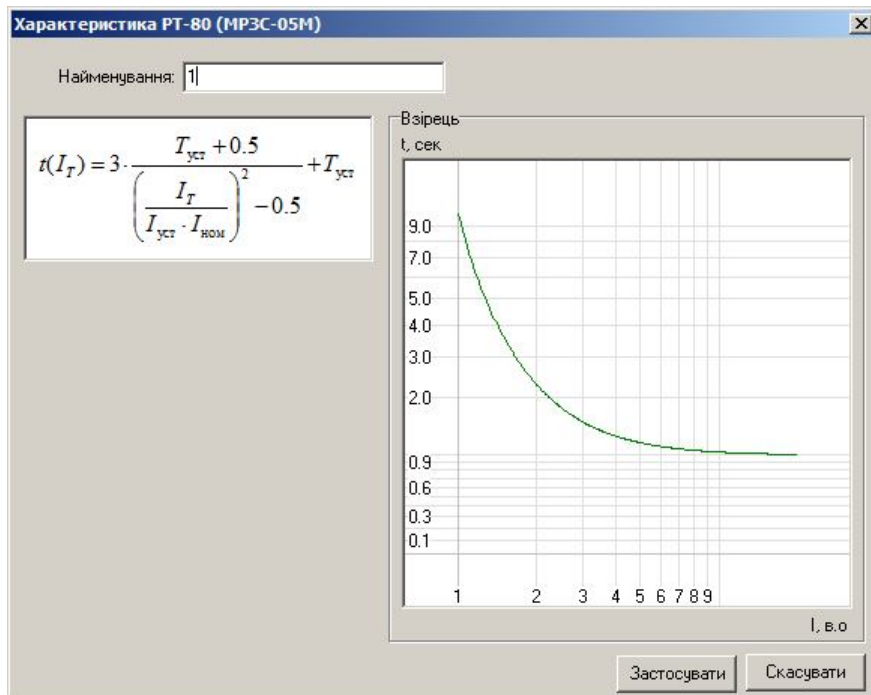


Рис. 5.14. Характеристика РТ-80 (МРЗС 05М)

Після формування окремих ділянок характеристики, у вікні (див. рис. 5.6) буде відображений список зі всіма заданими ділянками. Після цього необхідно для кожної ділянки задати у відповідних полях значення уставок за струмом та за часом, відповідно

"*Туст*" та "*Туст*". В полі "*Взірець*" відобразиться складна характеристика. Також у полі редагування "*Найменування*" необхідно задати назву складної характеристики.

У цьому вікні передбачена можливість також редагувати окремі ділянки характеристики (кнопка "**Редагувати**"), вилучати ділянки характеристики (кнопка "**Вилучити**"), копіювати (кнопка "**Скопіювати**"), а також здійснювати імпорт ділянок характеристики, записаних у форматі DCC (кнопка "**Імпорт**").

Після натиснення кнопки "**Застосувати**" сформована характеристика запишеться в бібліотеку.

В полі "*Тип шкали*" (див. рис. 5.3) задається шкала для відображення характеристики. Можливі наступні шкали відображення:

- струм – лінійна, час – лінійна;
- струм – логарифмічна, час – логарифмічна;
- струм – лінійна, час – логарифмічна;
- струм – логарифмічна, час – лінійна.

В полі "*Одиниці вимірювання*" для шкали струму задаються одиниці вимірювання:

- відносні;
- абсолютні, А.

В полі "*Взірець*" виводиться загальний вигляд заданої характеристики струмового захисту.

5.4. Сторінка "Перевірка"

Загальний вигляд сторінки наведений на рис. 5.15.

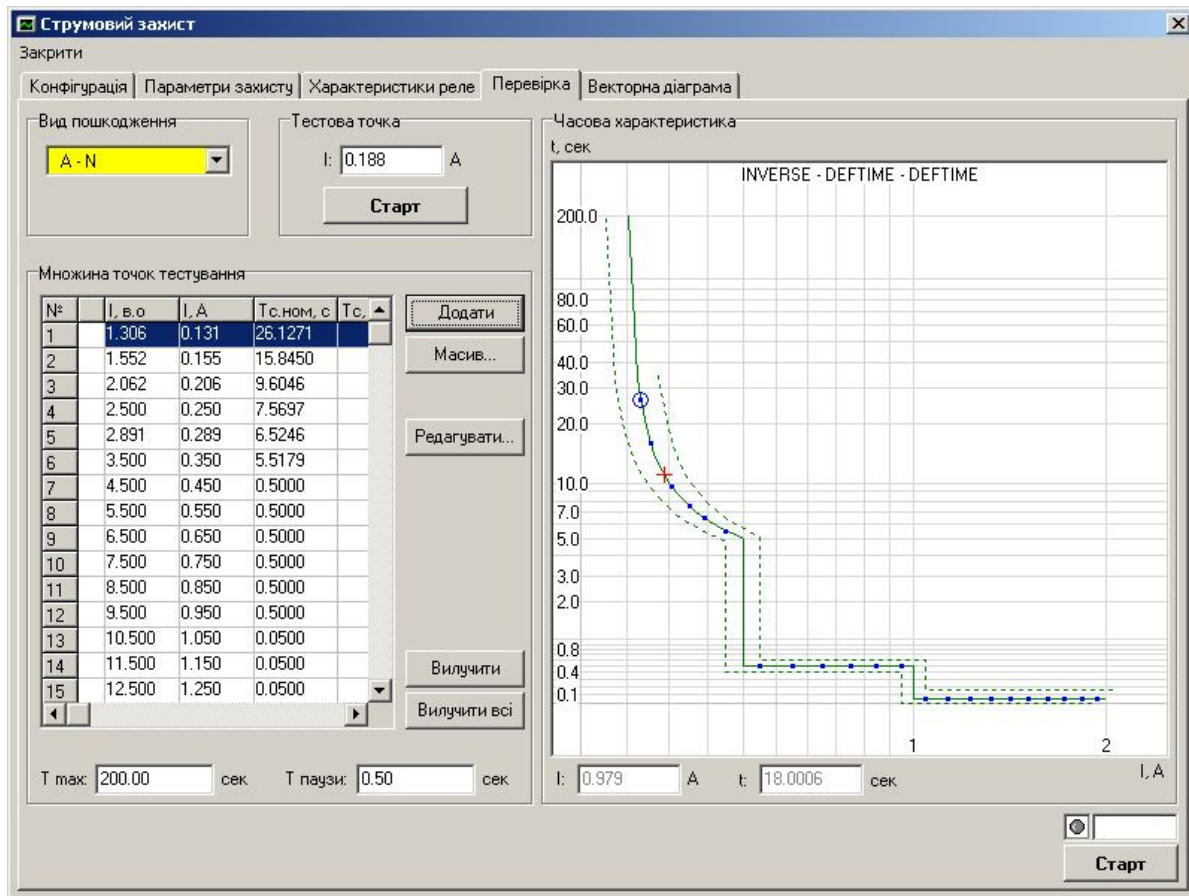


Рис. 5.15. Сторінка "Перевірка" модуля "Струмовий захист"

Після активізації даної сторінки в полі "Часова характеристика" виводиться характеристика струмового захисту, яка сформована на сторінці "Характеристики реле". У цьому полі користувач може виконувати, використовуючи локальне меню, певні операції пов'язані з масштабуванням зображення та вибором точки перевірки.

На цій сторінці задається вид пошкодження (в полі "Вид пошкодження") – трифазне к.з., всі види двофазного к.з., однофазні к.з., а також задаються струми оберненої та нульової послідовності. В залежності від виду пошкодження в полі "Часова характеристика" буде відображена відповідна характеристика струмового захисту, а також формуються відповідні векторні діаграми струмів та напруг. При цьому на сторінці "Векторна діаграма" будуть відображені напруги та струми, які відповідають вибраному виду пошкодження та біжучій точці, значення якої відображено в полі "Тестова точка".

Передбачена перевірка захисту за окремими заданими точками або комплексна перевірка за наперед заданим масивом точок перевірки.

В першому випадку в полі "Тестова точка" задається значення струму, за яким здійснюється перевірка захисту. Значення струму можна задавати безпосередньо у полі "I" або за допомогою маніпулятора "миша" на часовій характеристиці захисту в полі "Часова характеристика". Після цього натискається кнопка "Старт" – "ПРИСТРІЙ" починає генерувати заданий струм до спрацювання захисту. Після спрацювання захисту в полі

"Часова характеристика" фіксується точка, яка відповідає заданому струму та реальному часу спрацювання. У випадку, коли захист не спрацював, генерування заданого струму буде продовжуватись на протязі певного часу. Це значення часу задається користувачем в полі *"Tmax"*. Значення цього часу необхідно задавати більшим від максимального часу спрацювання струмового захисту. Тестова точка та результат тестування після цього будуть занесені в таблицю *"Множина тестових точок"*.

Для комплексної перевірки характеристики струмового захисту необхідно сформувати множину точок тестування. Ці точки формуються в полі *"Множина точок тестування"*.

В цьому полі в табличній формі відображаються точки тестування та їх характеристики:

- значення струмів перевірки в абсолютних одиницях;
- відносне значення струму I , в.о, яке визначається за виразом: $I_{в.о} = \frac{I_T}{I_{уст} \cdot I_{ном}}$, де I_T - значення струму перевірки в абсолютних одиницях; $I_{уст}$ - значення струму уставки першої ділянки характеристики струмового захисту у відносних одиницях (відносно номінального струму); $I_{ном}$ - значення номінального струму захисту;
- очікуваний час спрацювання $T_{с.ном}$;
- максимальне та мінімальне значення часу спрацювання (відповідно $T_{с.мах}$, $T_{с.мін}$), які розраховуються на основі допустимих похибок за струмом та часом захисту.

Передбачена можливість змінювати відображення колонок таблиці. Приховати чи відобразити певну колонку таблиці можна при допомозі локального меню, яке викликається шляхом натиснення правої клавіші "миші".

Можна додавати значення струму до масиву використовуючи кнопку **"Додати"** в полі *"Множина точок тестування"*, при цьому до масиву буде додана точка задана в полі *"I"*.

Передбачена можливість задавати множину точок, використовуючи кнопку **"Масив"** в полі *"Множина точок тестування"*. В цьому випадку відкриється діалогове вікно, в якому необхідно задати початкове та кінцеве значення струмів та крок за струмом між точками.

Для редагування точок перевірки використовуються кнопки **"Редагувати"**, **"Вилучити"**. Функції редагування будуть стосуватися вибраної з таблиці точки. Для вилучення всіх точок масиву використовується кнопка **"Вилучити всі"**.

Для повернення струмового захисту у вихідний стан після перевірки кожної точки необхідно задати паузу. Тривалість цієї паузи задається в полі *"Tпаузи"*.

Кольори відображення характеристики захисту, точок тестування та результатів тестування задають у діалоговому вікні *"Конфігурація графіки"* (рис. 5.16), яке викликається командою *"Графіка"* пункту головного меню *"Конфігурація"*.

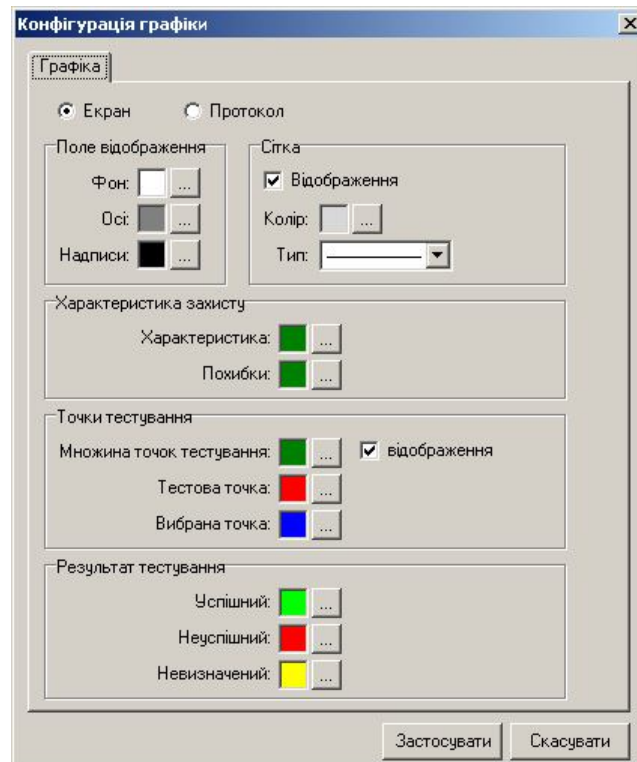


Рис. 5.16. Вікно конфігурації графіки модуля "Струмовий захист"

Для комплексної перевірки струмового захисту необхідно натиснути кнопку **"Старт"** – **"ПРИСТРІЙ"** почне по чергову, згідно таблиці *"Множина точок тестування"*, генерувати задане значення струму. У випадку спрацювання захисту в полі *"Часова характеристика"* будуть з'являтися точки, які відповідають координатам спрацювання захисту. В першій колонці таблиці *"Множина точок тестування"* буде відображатися інформація про результати тестування для кожної точки: "+" – успішний; "-" – неуспішний; "+/-" – невизначений. Результат "невизначений" вводиться з наступних міркувань: задавши T_{max} користувач обмежує зверху реальну характеристику струмового захисту і вище T_{max} характеристика стає недоступною для аналізу. Аналіз результату здійснюється на основі порівняння очікуваного значення часу спрацювання з реальним з врахуванням заданих похибок.

Для пояснення аналізу результатів перевірки на рис. 5.17 наведений приклад характеристики струмового захисту. В залежності від значення струму перевірки та результату спрацювання площину відображення характеристики можна умовно розділити на 5 зон. Площина відображення обмежується осями абсцис I , ординат t , максимальним значенням очікуваного часу спрацювання T_{max} , а також максимальним значенням струму перевірки I_{max} .

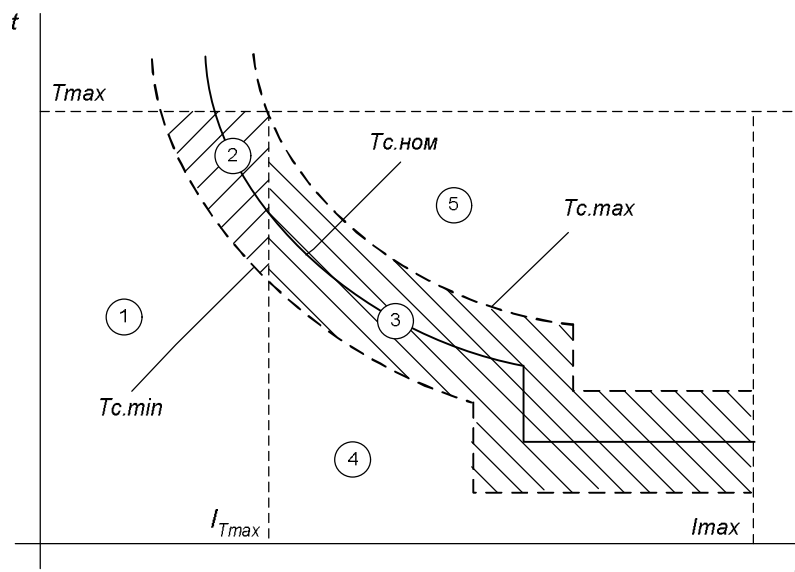


Рис. 5.17. Аналіз результатів перевірки струмового захисту

1-а зона обмежена осями абсцис, ординат, максимальним значенням очікуваного часу спрацювання, кривою, яка відповідає мінімальному допустимому часу спрацювання захисту $T_{c.min}$, а також прямою, яка проходить через точку перетину лінії T_{max} та кривої $T_{c.max}$ (I_{Tmax}). Якщо в цій зоні струмовий захист спрацював, то результат – "неуспішний"; якщо не спрацював – "невизначений".

2-а зона обмежена кривою $T_{c.min}$, прямими T_{max} та I_{Tmax} . Якщо в цій зоні струмовий захист спрацював, то результат – "успішний"; якщо не спрацював – "невизначений".

3-я зона обмежена кривими $T_{c.min}$, $T_{c.max}$, прямими I_{max} та I_{Tmax} . Якщо в цій зоні струмовий захист спрацював, то результат – "успішний"; якщо не спрацював – "неуспішний".

4-а зона обмежена віссю абсцис, прямою I_{Tmax} та кривою $T_{c.min}$. Якщо в цій зоні струмовий захист спрацював, то результат – "неуспішний"; якщо не спрацював – "успішний".

5-а зона обмежена прямим T_{max} , I_{max} та кривою $T_{c.max}$. Якщо в цій зоні струмовий захист спрацював, то результат – "неуспішний"; якщо не спрацював – "успішний".

5.5. Сторінка "Векторна діаграма"

На цій сторінці (рис. 5.18) відображається векторна діаграма струмів та напруг, які будуть генеруватись "ПРИСТРОЄМ". Значення струмів, напруг та їхніх фаз залежать від заданого на сторінці "Перевірка" виду пошкодження, струму перевірки та характеру захисту – спрямований чи неспрямований. Векторна діаграма є пасивною, тобто на цій сторінці не можна задавати та коректувати розраховані значення струмів та напруг.

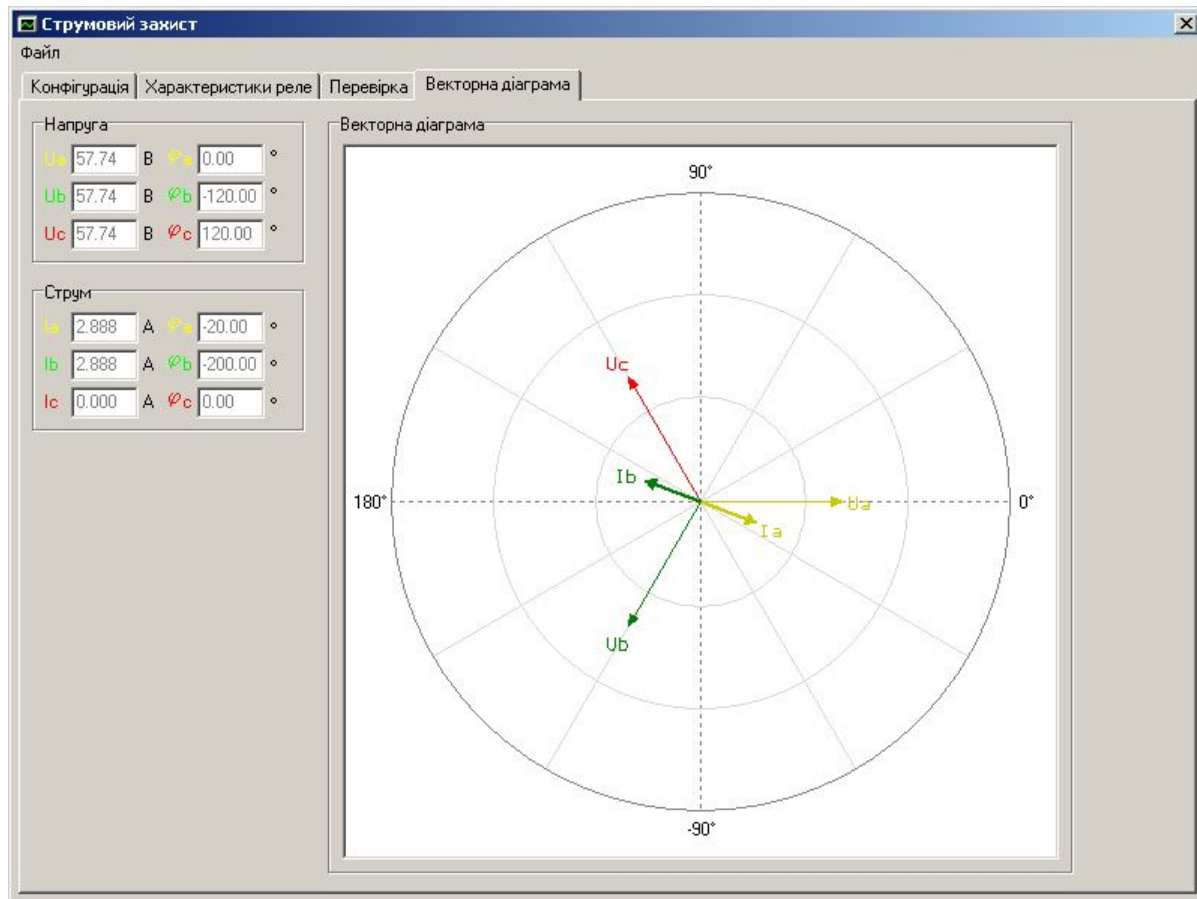


Рис. 5.18. Сторінка "Векторна діаграма"

6. МОДУЛІ ГРУПИ "ПРОСТІ РЕЛЕ"

6.1. Загальні положення

Модулі групи "Прості реле" призначені для автоматичної перевірки та налагодження простих реле пристроїв РЗА, виконаних на електромеханічній та цифровій базі. Ці модулі дозволяють перевіряти електричні характеристики реле постійного чи змінного струму та напруги, реле спрямування потужності, реле спрямування струму та реле частоти.

6.2. Модуль "Реле струму"

Служить для перевірки простих струмових реле з незалежною характеристикою.

Після активізації даного модуля на екран монітора виведеться вікно (рис. 6.1).

Рис. 6.1. Модуль перевірки реле струму (сторінка конфігурації)

Модуль перевірки реле струму містить три сторінки.

6.2.1. Сторінка "Конфігурація"

На цій сторінці користувач задає загальні характеристики реле.

В полі "Пристрій" вводиться наступна інформація:

- найменування станції (підстанції);
- приєднання;
- пристрій;
- перевіряючий.

В полі *"Загальні характеристики реле"*:

- тип реле;
- позначення його на схемі;
- місце встановлення;
- номінальний параметр.

В полі *"Приєднання реле"*:

- задається схема приєднання обмотки реле до "ПРИСТРОЮ". Можливе приєднання обмотки реле до джерел струму *"I A-N"*, *"I B-N"*, *"I C-N"*, або на суму струму всіх джерел *"I ABC-N"*;
- задається номер бінарного входу "ПРИСТРОЮ", до якого приєднується контакт струмового реле. Номер контакту приєднання вибирається з списку;
- задається величина частоти змінного струму.

Згідно заданої конфігурації необхідно під'єднати реле до "ПРИСТРОЮ".

6.2.2. Сторінка "Перевірка"

На цій сторінці модуля задається інформація, яка використовується безпосередньо для перевірки реле (рис 6.2).

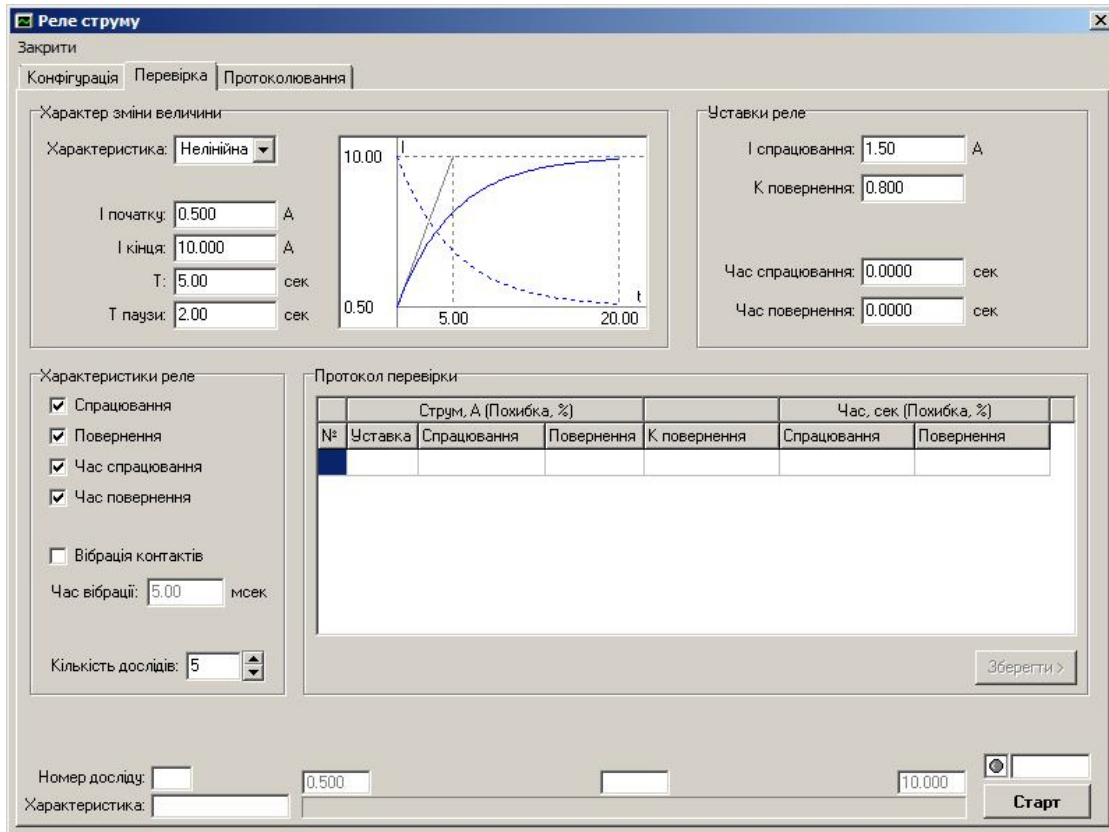


Рис. 6.2. Сторінка перевірки реле струму

В полі "Характер зміни величини" задається режим зміни струму, який подається від "ПРИСТРОЮ" на струмове реле. Можливі два режими зміни струму – за нелінійною залежністю, як це показано на рис. 6.2. або за лінійним законом. Характер зміни величини струму задається з списку в полі "Характеристика". Застосування нелінійної характеристики зміни струму дозволяє суттєво зменшити час перевірки реле – спочатку струм наростає швидко, а при наближенні до зони спрацювання реле для забезпечення потрібної точності перевірки швидкість зміни струму зменшується.

Нижче, у відповідних полях задаються параметри характеристики зміни струму:

- "I початку" – початкове значення струму;
- "I кінця" – кінцеве значення струму;
- "T" – час зміни струму від мінімального до максимального значення (визначає швидкість наростання);
- "T паузи" – тривалість паузи між окремими дослідями.

В полі "Уставки реле" задаються паспортні дані струмового реле:

- "I спрацювання" – уставка спрацювання реле за струмом;
- "K повернення" – очікуваний коефіцієнт повернення реле;
- "Час спрацювання" – очікуваний час спрацювання реле;

- *"Час повернення"* – очікуваний час повернення реле.
- В полі *"Характеристики реле"* задаються характеристики реле, які необхідно перевірити, а також умови перевірки.
- Передбачена перевірка наступних характеристик реле:
- *"Спрацювання"* – визначається дійсний струм спрацювання реле;
- *"Повернення"* – визначається струм повернення реле та розраховується дійсний коефіцієнт повернення реле;
- *"Час спрацювання"* – визначається час спрацювання реле;
- *"Час повернення"* – визначається час повернення реле.

Для того, щоб задати, які характеристики реле необхідно перевірити, треба здійснити їх ініціалізацію.

Характеристики реле можуть зніматись з врахуванням вібрації контактів або без врахування вібрації. Якщо не враховувати вібрацію контактів, то всі характеристики реле будуть зніматись з врахуванням першого ж замикання (розмикання) контакту реле.

Для врахування вібрації необхідно ініціалізувати опцію *"Вібрація контактів"* та задати час вібрації контактів в мілісекундах. При відпрацюванні дослідів контакт буде рахуватись замкненим (розімкненим), коли після спрацювання час замкненого (розімкненого) стану контакту буде більшим від заданого значення часу в полі *"Час вібрації"*.

В полі *"Кількість дослідів"* задається кількість дослідів, які необхідно провести при перевірці реле струму при заданій уставці.

Після закінчення всіх підготовчих операцій необхідно натиснути на кнопку **"Старт"** – пристрій почне автоматичну перевірку реле. Назва кнопки після цього зміниться і стане **"Стоп"**. Робота пристрою закінчиться після виконання всіх запланованих дослідів, або в будь-який момент часу шляхом натиснення на кнопку **"Стоп"**.

Під час перевірки на сторінці відображається інформація про назву досліду та його номер.

Після перевірки кожної характеристики проміжна інформація буде відображатись в полі *"Протокол перевірки"*. Інформація буде відображатись в абсолютних величинах та в %, які показують відхилення дійсних параметрів реле від заданих в полі *"Уставки реле"*. Якщо уставки реле незадані, похибки реле не розраховуються.

6.2.3. Сторінка "Протоколювання"

Після закінчення всіх дослідів для збереження отриманих результатів необхідно натиснути кнопку **"Зберегти"** в полі *"Протокол перевірки"* – усереднені результати перевірки запишуться в таблицю на сторінці *"Протоколювання"* (рис. 6.3).

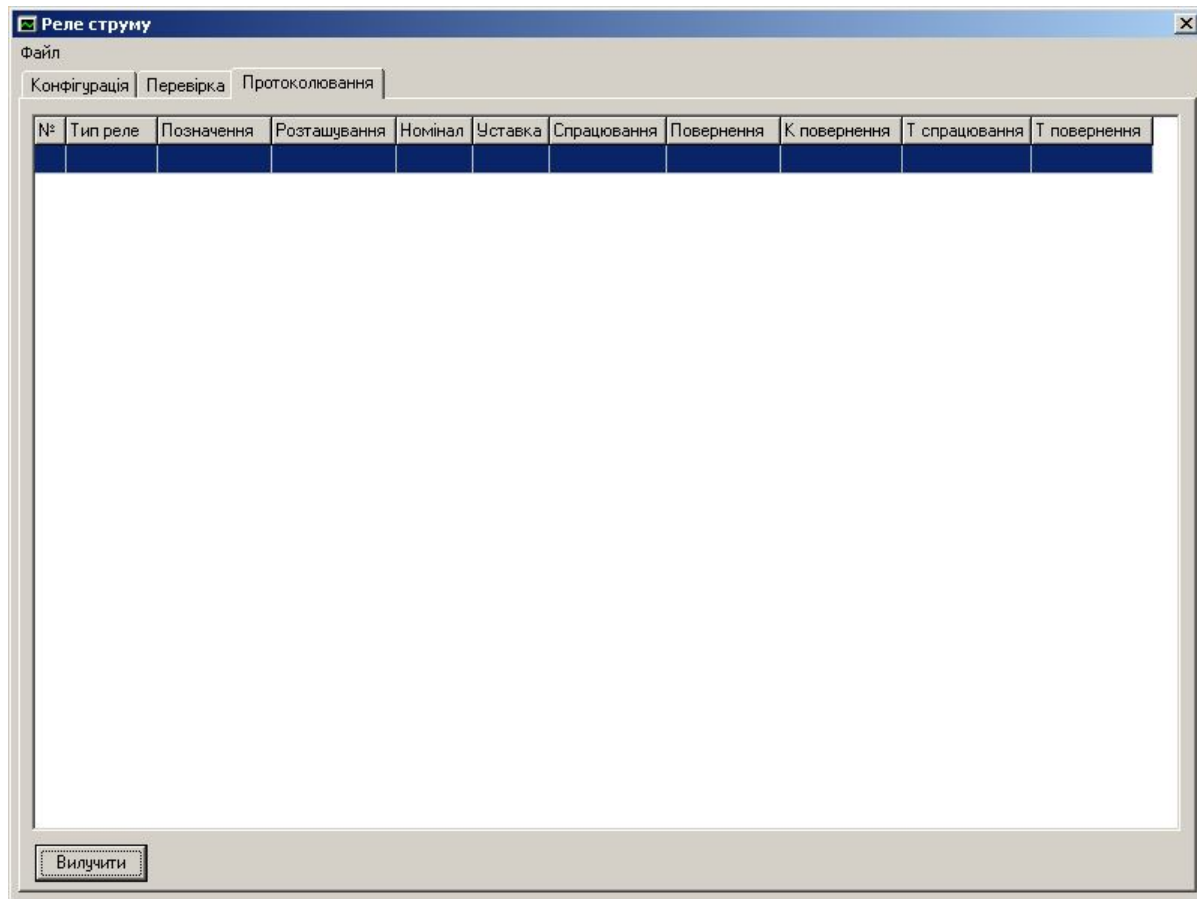


Рис. 6.3. Сторінка протоколювання результатів перевірки реле струму

На цій сторінці відображається усереднена інформація (усереднюється інформація за кількістю дослідів, проведених під час перевірки реле струму).

Можна приєднати інше реле струму та дослідити його аналогічним чином. На сторінці "Протоколювання" інформація про характеристики другого реле запишеться в наступному рядку.

Якщо користувач хоче витерти якусь стрічку в протоколі, необхідно виділити стрічку та натиснути на кнопку "Вилучити".

Для збереження протоколу перевірки необхідно отримані результати записати в архів (див. п. 2.4).

6.3. Модуль "Реле напруги"

Після активізації модуля "Реле напруги" на екран монітора виведеться вікно (рис. 6.4).

Рис. 6.4. Модуль перевірки реле напруги (сторінка "Конфігурація")

Інформація для перевірки реле напруги вводиться аналогічно, як і для реле струму, за виключенням поля "Приєднання реле". В цьому полі необхідно вибрати схему під'єднання реле з списку "U A-N", "U B-N", "U C-N", "U A-B", "U B-C" чи "U C-A", а обмотку реле приєднати до вибраного джерела напруги "ПРИСТРОЮ". Слід пам'ятати, що при під'єднанні реле до напруг "U A-N", "U B-N", "U C-N" користувач може змінювати напруги в межах 0 – 125 В, а при під'єднанні реле на напруги "U A-B", "U A-C", "U B-C" – в межах 0 – 250 В.

Всі решта операцій з перевірки реле напруги виконуються аналогічно, як і для реле струму. На відміну від реле струму параметром перевірки реле напруги є напруга.

6.4. Модуль "Проміжні реле"

Цей модуль служить для перевірки простих проміжних та сигнальних реле (з однією обмоткою) змінного та постійного струму.

Після активізації модуля на екран монітора виведеться вікно (рис. 6.5).

Рис. 6.5. Сторінка конфігурації модуля "Проміжні реле"

Як і для реле струму чи напруги в полях "Пристрій" та "Загальні характеристики реле" вводиться інформація про реле.

В полі "Приєднання реле" задається:

- характер струму реле "Постійний" чи "Змінний";
- вид реле – напругове чи струмове;
- приєднання реле – для струмового реле вибирається можлива схема приєднання до джерел струму "I A-N", "I B-N", "I C-N", або на суму струмів всіх джерел "I ABC-N"; для реле напруги – схема приєднання до джерела напруги "U A-N", "U B-N", "U C-N", "U A-B", "U B-C" чи "U C-A";
- задається номер контакту, за яким буде здійснюватись перевірка характеристик реле;
- задається частота для реле змінного струму.

Для перевірки реле користувачу необхідно перейти на сторінку "Перевірка". Ця сторінка є подібною як і аналогічна сторінка перевірки реле струму (див. рис. 6.2) або реле напруги. В подальшому перевірка проміжних реле здійснюється аналогічно, як і реле струму чи напруги.

6.5. Модуль "Реле частоти"

Служить для перевірки реле частоти з незалежною характеристикою.

Після активізації модуля "Реле частоти" на екран монітора виведеться вікно (рис. 6.6).

Рис. 6.6. Модуль "Реле частоти" (сторінка конфігурації)

Сторінка "Конфігурація"

Як і для реле струму, напруги чи проміжних реле в полях "Пристрій" та "Загальні характеристики реле" вводиться інформація про реле.

На цій же сторінці задається схема приєднання реле:

- задається схема приєднання обмотки реле до "ПРИСТРОЮ". Можливе приєднання обмотки реле до джерел напруги "U A-N", "U B-N", "U C-N", "U A-B", "U A-C", "U B-C";
- задається номер бінарного входу "ПРИСТРОЮ", до якого приєднується контакт реле частоти.

Згідно заданої інформації необхідно під'єднати реле до "ПРИСТРОЮ".

Для перевірки реле користувачу необхідно перейти на сторінку "Перевірка". Ця сторінка є подібною до аналогічної сторінки перевірки реле струму (див. рис. 6.2). В подальшому

перевірка реле частоти здійснюється аналогічно, як і реле струму, напруги чи проміжних реле. На відміну від цих реле параметром зміни є частота сигналу, який генерується пристроєм. Додатково в полі "U" передбачена можливість задавати діюче значення напруги.

6.6. Модуль "Реле потужності"

Служить для перевірки реле потужності, які реагують як на спрямування потужності, так і на її величину.

Після активізації модуля "Реле потужності" на екран дисплея виводиться вікно "Реле потужності" (рис. 6.7).

Рис. 6.7. Модуль "Реле потужності" (сторінка конфігурації)

6.6.1. Сторінка "Конфігурація"

На цій сторінці користувач задає загальні характеристики реле. В полях "Пристрій" та "Загальні характеристики реле" вводиться інформація аналогічна модулю перевірки реле струму.

В полі "Приєднання реле" задається схема приєднання реле до "ПРИСТРОЮ":

- канал напруги. Можливе приєднання обмотки реле до джерел напруги " $U A-N$ ", " $U B-N$ ", " $U C-N$ ", " $U A-B$ ", " $U B-C$ ", " $U C-A$ ". Слід пам'ятати, що при під'єднанні реле до напруг " $U A-N$ ", " $U B-N$ ", " $U C-N$ " користувач може змінювати напругу в межах 0 – 125 В, а при під'єднанні реле на напруги " $U A-B$ ", " $U A-C$ ", " $U B-C$ " – в межах 0 – 250 В;
- обмотки струму. Можливе приєднання обмотки реле до джерел струму " $I A-N$ ", " $I B-N$ ", " $I C-N$ ", а також на сумарний струм всіх каналів струму "ПРИСТРОЮ" " $I ABC-N$ ";
- задається номер бінарного входу "ПРИСТРОЮ", до якого приєднується контакт реле потужності.

Згідно заданої інформації необхідно під'єднати реле потужності до "ПРИСТРОЮ".

6.6.2. Сторінка "Параметри реле"

На цій сторінці задаються параметри реле потужності, яке перевіряється. Загальний вигляд сторінки наведений на рис. 6.8.

Реле потужності

Закрити

Конфігурація | **Параметри реле** | Перевірка

Номінальні параметри реле

Шном.л: 100.00 В

Іном: 1.00 А

Частота: 50.00 Гц

Кут максимальної чутливості

Значення: 70.00 °

Похибка: 5.00 °

Потужності

S струмової обмотки: 10.00 ВА

S напругової обмотки: 35.00 ВА

S спрацювання: 1.00 ВА

Час

T спрацювання: 0.00 сек

T повернення: 0.00 сек

Додаткові параметри

K повернення: 0.90

Iуст: 1.00

Рис. 6.8. Сторінка "Параметри реле"

В полі "Номінальні параметри реле" задаються паспортні параметри реле:

- номінальна напруга реле " $U_{ном. л}$ ";
- номінальний струм реле " $I_{ном}$ ";
- уставка реле за струмом " $I_{уст}$ ". Це поле використовується тільки для реле, які мають змінну уставку за струмом, тобто, які реагують на величину потужності. Для спрямованих реле, які не мають регульованої уставки за струмом, в цьому полі необхідно задавати номінальне значення струму реле, таке саме, як і в полі " $I_{ном}$ ";
- номінальна частота реле " $Частота$ ";
- кут максимальної чутливості реле " $\varphi_{м.ч}$ ";
- допустиме відхилення кута максимальної чутливості реле " $\Delta\varphi_{м.ч}$ ";
- коефіцієнт повернення реле " $K_{повернення}$ ";
- потужність споживання струмової обмотки " $S_{струмової обмотки}$ ";
- потужність споживання напругової обмотки " $S_{напругової обмотки}$ ";
- потужність спрацювання реле " $S_{спрацювання}$ ";
- час спрацювання реле " $T_{спрацювання}$ ";
- час повернення реле " $T_{повернення}$ ".

Якщо якийсь параметр реле є невідомим, то у відповідному полі необхідно ввести значення "0". Тоді після проведення відповідних дослідів, де цей параметр перевіряється, не буде визначатись його абсолютна та відносна похибки.

6.6.3. Сторінка "Перевірка"

З цієї сторінки модуля здійснюється безпосередня перевірка характеристик реле (рис. 6.9).

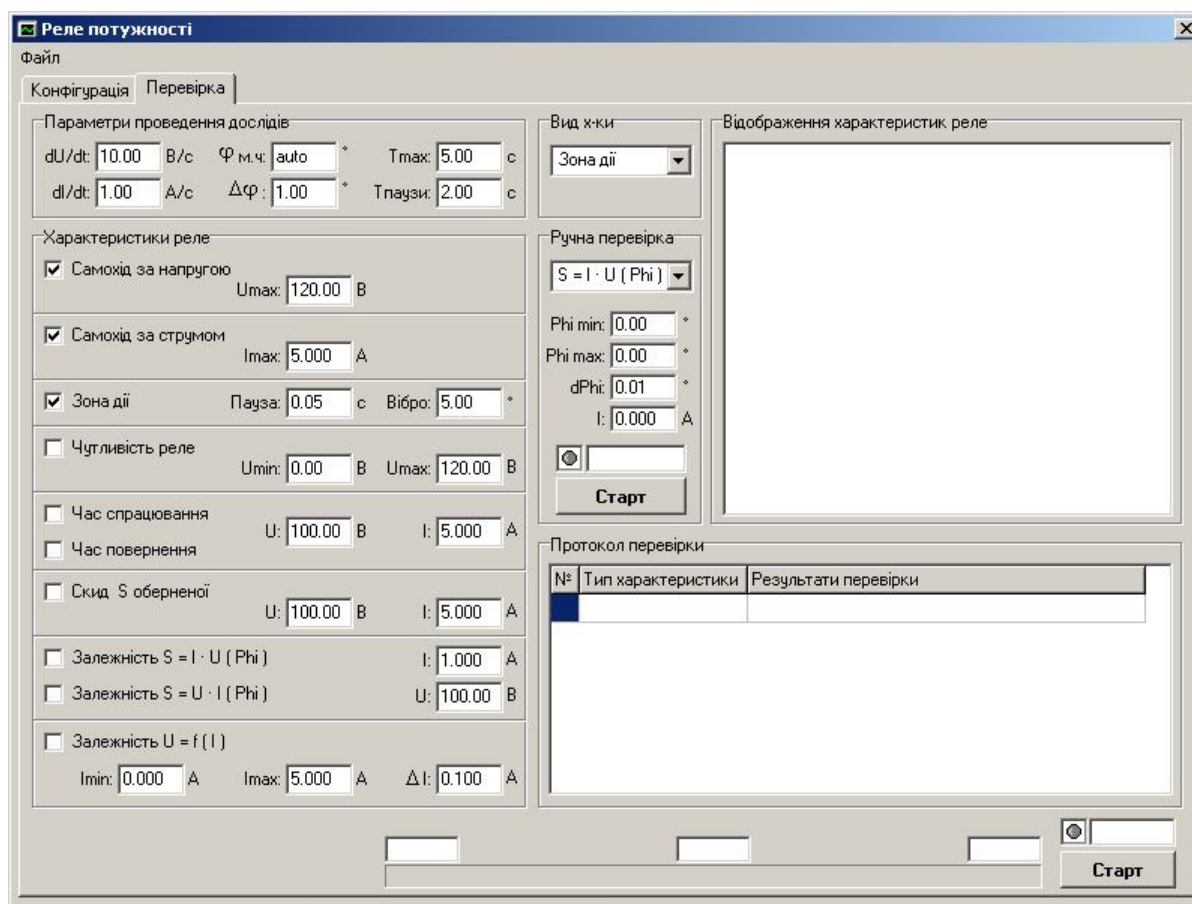


Рис. 6.9. Сторінка "Перевірка" реле потужності

На сторінці виділені окремі поля.

В полі редагування "Параметри проведення дослідів" задаються наступні параметри:

- швидкість зміни напруги " dU/dt ". Цей параметр використовується при визначенні зони дії реле, перевірці чутливості реле та знятті характеристики залежності потужності спрацювання реле від кута $S = I \cdot U(\Phi)$ при незмінному значенні струму реле;
- швидкість зміни струму " dl/dt ". Цей параметр використовується при знятті характеристики залежності потужності спрацювання реле від кута $S = U \cdot I(\Phi)$ при незмінному значенні напруги реле;
- кут максимальної чутливості " $\Phi_{м.ч.}$ ". Якщо користувачу не потрібно знаходити кут максимальної чутливості, він може задати його значення в цьому полі. Тоді досліди "Чутливість реле", "Час спрацювання", "Час повернення" "Скид оберненої потужності", "Залежність $U=f(I)$ " будуть зніматись для заданого користувачем кута максимальної чутливості. Якщо ж залишити значення "auto" в полі " $\Phi_{м.ч.}$ ", яке є по замовчуванню, то кут максимальної чутливості буде знаходитись експериментально під час проведення дослідів "Зона дії" і всі перелічені досліди будуть проводитись для цього значення кута максимальної чутливості;

- приріст кута " $\Delta\varphi$ " – дискретність зміни кута під час проведення дослідів "Зона дії", залежності потужності спрацювання реле від кута $S=I*U(\varphi)$ при незмінному значенні струму реле, залежності потужності спрацювання реле від кута $S=U*I(\varphi)$ при незмінному значенні напруги реле;
- максимальне значення часу " T_{max} " – час, на протязі якого утримується значення величин напруги та струму при проведенні деяких дослідів, а очікуваного спрацювання реле не відбулося;
- " $T_{паузи}$ " – тривалість паузи між окремими точками дослідів під час зняття залежності потужності спрацювання реле від кута $S=I*U(\varphi)$ при незмінному значенні струму реле, залежності потужності спрацювання реле від кута $S=U*I(\varphi)$ при незмінному значенні напруги реле.

В полі "*Характеристики реле*" задаються характеристики реле, які необхідно перевірити, а також деякі умови перевірки.

Для того, щоб задати, які характеристики реле необхідно перевірити, потрібно їх ініціалізувати.

В процесі проведення дослідів в полі "*Протокол перевірки*" будуть відображатись назви дослідів та їх результати. Якщо ж будуть зніматись залежності, то вони будуть відображатись в полі "*Відображення характеристик реле*".

Якщо в полі "*Параметри проведення дослідів*" " $\varphi_{м.ч}$ " присвоєне значення "*auto*", то проведення дослідів, які вимагають значення кута максимальної чутливості, буде можливим лише після проведення дослідів "Зона дії". Якщо цей дослід не відмітити, виконання всіх нижче перелічених дослідів буде неможливе – система автоматично заблокує доступ до полів ініціалізації цих дослідів.

Передбачена перевірка наступних характеристик реле:

- "*Самохід за напругою*" – визначається, чи реле потужності має самохід при відсутності струму в струмовій обмотці. Для проведення дослідів в полі "*U_{max}*" необхідно задати значення напруги, при якій здійснюється перевірка. Рекомендується задавати значення напруги на 20% більше номінального значення. Під час проведення цього дослідів на напругову обмотку реле поштовхом подається задане значення напруги та утримується на протязі часу "*T_{паузи}*", значення якого задається в полі "*Параметри проведення дослідів*". Якщо реле справне, воно не повинно спрацювати;
- "*Самохід за струмом*" – визначається, чи реле потужності має самохід при відсутності напруги в напруговій обмотці. Для проведення дослідів в полі "*I_{max}*" необхідно задати значення струму, при якому здійснюється перевірка. Рекомендується задавати значення струму на 20% більше номінального значення. Під час проведення цього дослідів на струмову обмотку реле поштовхом подається задане значення струму та утримується на протязі часу "*T_{паузи}*", значення якого задається в полі "*Параметри проведення дослідів*". Якщо реле справне, воно не повинно спрацювати;

- *"Зона дії"* – визначається зона дії реле. Характеристика знімається для номінальних напруги та струму реле. Значення струму та напруги задаються на сторінці *"Конфігурація"*. Додатково для проведення дослідів в полі *"Зона дії"* задається *"Пауза"* – час паузи між окремими точками дослідів та величина зони вібрації контактів *"Вібро"*. Дослід проводиться при зміні кута між напругою та струмом в межах від 0 ° до 360 °. При цьому фіксуються кути, при яких реле спрацювало та повернулось у вихідний стан з врахуванням зони можливої вібрації контактів. Після кожної зміни кута $\Delta\varphi$ з дискретністю, яка задана в полі *"Параметри проведення дослідів"* витримується пауза, величина якої задається в полі *"Зона дії"*. Після цього дослід знову повторюється, але вже при зміні кута в межах від 360 ° до 0 °. На основі результатів дослідів визначається робоча зона реле та кут максимальної чутливості;
- *"Чутливість реле"*. Цей дослід дозволяє визначити коефіцієнт повернення реле та потужність спрацювання реле. Дослід проводиться при визначеному або заданому куті максимальної чутливості і струмі реле, який дорівнює уставці реле за струмом (задається на сторінці *"Конфігурація"*). Для проведення дослідів задається мінімальне U_{\min} та максимальне U_{\max} значення напруги, які задаються в полі *"Чутливість реле"*. Дослід проводиться наступним чином. Змінюється напруга від мінімального значення до максимального значення з швидкістю, заданою у відповідному полі *"Параметри проведення дослідів"* – фіксується напруга спрацювання реле – $U_{\text{спрацювання реле}}$. Після цього зменшується напруга від максимального до мінімального значення – фіксується напруга повернення реле $U_{\text{повернення реле}}$. На основі отриманих значень розраховуються значення коефіцієнтів повернення реле та потужності спрацювання реле:

$$k_{\text{повернення}} = \frac{U_{\text{повернення реле}}}{U_{\text{спрацювання реле}}}; \quad (6.1)$$

$$S_{\text{спрацювання}} = U_{\text{спрацювання реле}} \cdot I_{\text{уст}}.$$

- *"Час спрацювання"* – визначається час спрацювання реле. Дослід проводиться при визначеному або заданому куті максимальної чутливості. У відповідних полях дослідів задаються значення напруги та струму. Задані значення напруги та струму поштовхом подаються на відповідні обмотки реле та утримуються на протязі часу *"T паузи"*, значення якого задається у відповідному полі *"Параметри проведення дослідів"*. Фіксується момент спрацювання реле і на основі нього визначається час спрацювання реле;
- *"Час повернення"* – визначається час повернення реле. Дослід проводиться при визначеному або заданому куті максимальної чутливості. У відповідних полях дослідів задаються значення напруги та струму. Задані значення напруги та струму поштовхом подаються на відповідні обмотки реле та утримуються на протязі часу *"T паузи"*, значення якого задається у відповідному полі *"Параметри проведення дослідів"*. Після цього значення напруги та струму поштовхом скидаються на нуль і

фіксується момент повернення реле. На основі нього визначається час повернення реле;

- *"Скид S оберненої"* – визначається поведінка реле при скиді потужності оберненої послідовності. Для проведення дослідів у відповідних полях задаються значення напруги та струму, а кут між напругою та струмом визначається як $\varphi = \varphi_{м.ч} - 180^\circ$. Задані значення напруги та струму поштовхом подаються на відповідні обмотки реле та утримуються на протязі часу *"Т паузи"*, значення якого задається у відповідному полі *"Параметри проведення дослідів"*. За станом контакту реле робиться висновок про його справність – справне реле не повинно спрацювати;
- *"Залежність $S=I \cdot U(\Phi)$ "*. Знімається характеристика потужності спрацювання реле від кута при незмінному значенні струму, значення якого задається у відповідному полі даного дослідів. Характеристика знімається наступним чином. Автоматично задається початкове значення кута зони спрацювання реле, величина якого визначена в досліді *"Зона дії"*. Для цього значення кута подається зміна напруга реле від нуля до $1.2 U_{ном}$. Фіксується значення напруги, при якому реле спрацювало. Після часової паузи, значення якої задається в полі *"Параметри проведення дослідів" "Т паузи"* змінюється кут на величину $\Delta\varphi$, яка також задається в полі *"Параметри проведення дослідів"* і знову змінюється напруга. Таким чином знімається характеристика на повному діапазоні робочої зони реле;
- *"Залежність $S=U \cdot I(\Phi)$ "*. Знімається характеристика потужності спрацювання реле від кута при незмінній напрузі, значення якої задається у відповідному полі даного дослідів. Характеристика знімається наступним чином. Задається початкове значення кута зони спрацювання реле, величина якого визначена в досліді *"Зона дії"*. Для цього значення кута на струмову обмотку реле подається зміна струму реле від нуля до $1.2 I_{уст}$. Фіксується значення струму, при якому реле спрацювало. Після паузи, значення якої задається в полі *"Параметри проведення дослідів" "Т паузи"*, змінюється кут на величину $\Delta\varphi$, яка також задається в полі *"Параметри проведення дослідів"* і знову змінюється струм. Таким чином знімається характеристика на повному діапазоні робочої зони реле;
- *"Залежність $U=f(I)$ "*. Знімається характеристика напруги спрацювання реле від струму при незмінному значенні кута максимальної чутливості. Для проведення дослідів задаються у відповідних полях дослідів початкове, кінцеве значення діапазону струму та крок за струмом, відповідно *" I_{min} "*, *" I_{max} "*, *" ΔI "*,. Характеристика знімається наступним чином. Задається початкове значення струму, величина якого подається на струмову обмотку реле, одночасно подається на напругову обмотку реле напруга, яка змінюється в межах від нуля до $1.2 U_{ном}$. Фіксується значення напруги, при якій реле спрацювало. Після паузи *"Т паузи"*, величина якої задається в полі *"Параметри проведення дослідів"* змінюється струм на величину ΔI , і дослід повторюється спочатку. Таким чином знімається характеристика на заданому діапазоні зміни струму.

Після закінчення всіх підготовчих операцій необхідно натиснути на кнопку **"Старт"** – пристрій почне автоматичну перевірку всіх заданих користувачем характеристик реле.

Назва кнопки при цьому зміниться і стане **"Стоп"**. Робота пристрою закінчиться після виконання всіх запланованих дослідів, або в будь-який момент часу шляхом натиснення на кнопку **"Стоп"**.

Під час проведення дослідів проміжна інформація буде відображатись в протоколі перевірки, який знаходиться в полі *"Протокол перевірки"*. У таблиці буде відображатись номер дослідів, назва дослідів та результати перевірки по кожному дослідів.

У випадку зняття залежностей таких як *"Зона дії"*, $S=I*U(\Phi)$, $U=f(I)$. в полі *"Відображення характеристик реле"* будуть відображатись ці характеристики в процесі проведення дослідів. Ці характеристики зберігаються в оперативній пам'яті і користувач їх може переглянути після закінчення проведення дослідів, використовуючи команди поля *"Вид x-ки"*.

На сторінці *"Перевірка"* передбачена можливість крім автоматичної перевірки, здійснювати ручну перевірку деяких характеристик реле. Для цього передбачене окреме поле *"Ручна перевірка"*. Передбачена можливість знімати наступні характеристики реле потужності:

- *"Залежність $S=I*U(\Phi)$ "* . Знімається характеристика потужності спрацювання реле від кута при незмінному значенні струму. Значення струму, початкове та кінцеве значення кутів, крок зміни кута, для яких здійснюється проведення дослідів задаються в цьому ж полі;
- *"Залежність $S=U*I(\Phi)$ "* . Знімається характеристика потужності спрацювання реле від кута при незмінному значенні напруги. Значення напруги, початкове та кінцеве значення кутів, крок зміни кута, для яких здійснюється проведення дослідів задаються в цьому ж полі;
- *"Залежність $U=f(I)$ "* . Знімається характеристика напруги спрацювання реле від струму при незмінному куті. Кут, а також початкове, кінцеве значення струмів, а також крок зміни струму задаються в цьому ж полі.

Перевірка характеристики, яка задана в полі *"Ручна перевірка"* може бути здійснена шляхом натиснення кнопки **"Старт"**, яка знаходиться в цьому ж полі. Під час зняття цієї характеристики вона буде відображатись в полі *"Відображення характеристик реле"*.

Знята характеристика буде зберігатись в оперативній пам'яті і може бути переглянута після закінчення дослідів разом з іншими характеристиками, знятими в автоматичному режимі шляхом її активізації в полі *"Вид x-ки"*.

Слід пам'ятати, якщо було знято кілька характеристик в ручному режимі, то в оперативній пам'яті буде зберігатись лише остання характеристика.

Після закінчення всіх дослідів користувач може записати результати перевірки в архів протоколів. Про архівування результатів перевірки детально описано в п. 2.4.

Під час протоколювання в протокол будуть записуватись результати всіх дослідів, які були виконані в автоматичному режимі. Для того, щоб заархівувати дослід, виконаний в ручному режимі, необхідно після проведення кожного дослідів здійснювати окреме протоколювання.

6.7. Модуль "Диференційне реле"

Служить для перевірки диференційних реле з гальмівними характеристиками.

6.7.1. Сторінка "Конфігурація"

Після активізації модуля "Диференційні реле" на екран дисплея виведеться вікно (рис. 6.10).

Рис. 6.10. Сторінка "Конфігурація" диференційного реле

Як і для реле струму чи напругу в полях "Пристрій" та "Загальні характеристики реле" вводиться загальна інформація про диференційне реле.

В полі "Приєднання реле" задаються струмові канали, до яких приєднуються обмотки диференційного реле, а також задається номер дискретного входу, до якого приєднується вихідний контакт диференційного реле.

6.7.2. Сторінка "Параметри реле"

На цій сторінці задаються параметри диференційного реле, яке перевіряється. Вигляд цієї сторінки наведений на рис. 6.11.

Рис. 6.11. Сторінка "Параметри реле"

В полі "Струм диференційний" задається у відносних одиницях значення струму відсічки диференційного реле $I_{\text{диф}} >>$ та мінімальне значення спрацювання диференційного реле $I_{\text{диф}} >$. Ці значення відповідають гальмівній характеристиці диференційного реле, яка наведена на рис. 6.12.

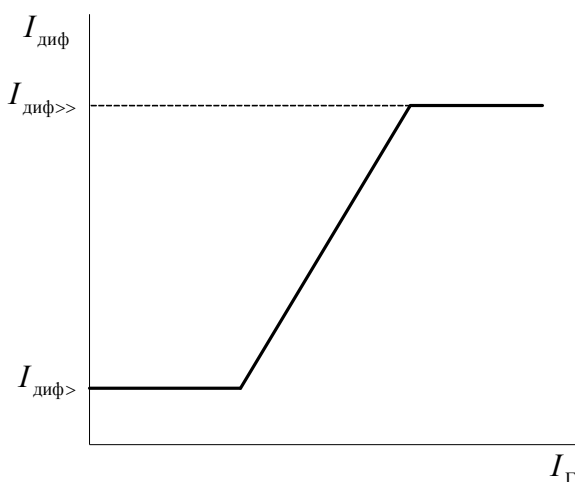


Рис. 6.12. Сторінка "Параметри реле"

В полі "*Час спрацювання*" задаються часи спрацювання струмової відсічки та час спрацювання реле при мінімальному значенні диференційного струму, відповідно $t_{\text{диф}} >>$ та $t_{\text{диф}} >$.

В полі "*Похибка за струмом*" задається значення похибки за струмом. Похибка може задаватись в абсолютних одиницях (відносних) або у відносних (у відсотках). Якщо користувач задав значення похибки і у відносних і у абсолютних одиницях, то в розрахунках буде використовуватись більше з цих двох значень.

В полі "*Струм гальмування*" задається тип характеристики гальмування та значення коефіцієнта гальмування (дільника), за яким обчислюється струм гальмування. Найбільш часто зустрічаються диференційні реле, в яких струм гальмування визначається за виразом:

$$I_{\Gamma} = (I_1 + I_2) / d, \quad (6.2)$$

де I_1, I_2 – значення струмів в плечах захисту; I_{Γ} – струм в гальмівній обмотці; d – значення коефіцієнта гальмування (дільника).

В полі "*Похибка за часом*" задаються значення похибок реле за часом. Похибка може задаватись в абсолютних одиницях (секундах) або у відносних (у відсотках). Якщо користувач задав значення похибки і у відносних і у абсолютних одиницях, то в розрахунках буде використовуватись більше з цих двох значень.

В полі "*Похибка за струмом вищих гармонік*" задається значення похибки за струмом вищих гармонік. Похибка може задаватись в абсолютних одиницях (відносних) або у відносних (у відсотках). Якщо користувач задав значення похибки і у відносних і у абсолютних одиницях, то в розрахунках буде використовуватись більше з цих двох значень.

Гальмівна характеристика диференційного реле з врахуванням похибок за струмом наведена на рис. 6.13. З рисунку видно, як формується гальмівна характеристика реле з врахуванням заданих похибок.

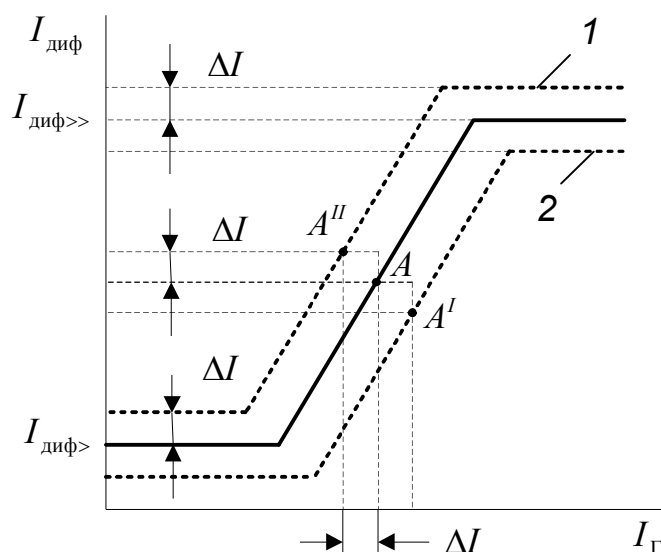


Рис. 6.13. Гальмівна характеристика реле з врахуванням похибок

6.7.3. Сторінка "Характеристики"

Ця сторінка передбачена для побудови характеристик гальмування реле, запис та зчитування таких характеристик з бібліотек. Загальний вигляд сторінки "Характеристики реле" наведений на рис. 6.14. Передбачена можливість формування бібліотек з характеристиками гальмування за основною частотою та з характеристиками гальмування за вищими гармоніками. Перехід для роботи з цими бібліотеками здійснюється шляхом перемикання кнопок управління "Характеристики за основною частотою" та "Характеристики за вищими гармоніками".

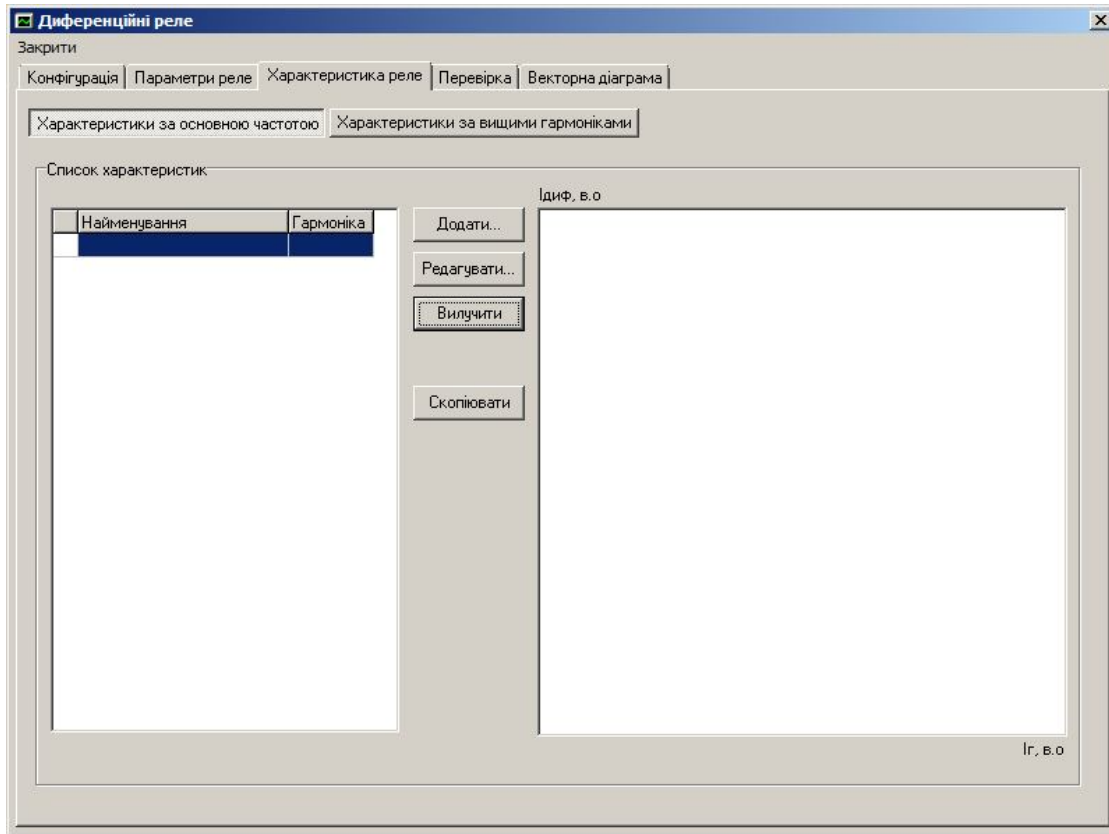


Рис. 6.14. Сторінка "Параметри реле"

В лівій частині поля "Список характеристик" відображається список з сформованими характеристиками. Таблиця містить поля найменування характеристики та номери гармоніки. Для характеристик за основною частотою в полі "Гармоніка" завжди буде відображатись число "1", яке не підлягає корекції. Для характеристик гальмування за вищими гармоніками в цьому полі відображається номер гармоніки, за якою здійснюється гальмування диференційного реле. Число в цьому полі повинно відрізнятись від 1.

Вибрана з списку характеристика буде відображатись в полі відображення. Характеристика гальмування за основною частотою буде відображатись в координатах: $I_{\text{диф}} (в.о)$ – по осі ординат та $I_{\Gamma} (в.о)$ по осі абсцис, а характеристика гальмування за вищими гармоніками в координатах: $I_{\text{диф}} (в.о)$ – по осі ординат та $I_{\text{нг}} / I_{\text{диф}} (\%)$ по осі абсцис.

Розглянемо формування характеристики гальмування за основною частотою.

Для побудови нової характеристики необхідно натиснути на кнопку "Додати" – з'явиться вікно (рис. 6.15).

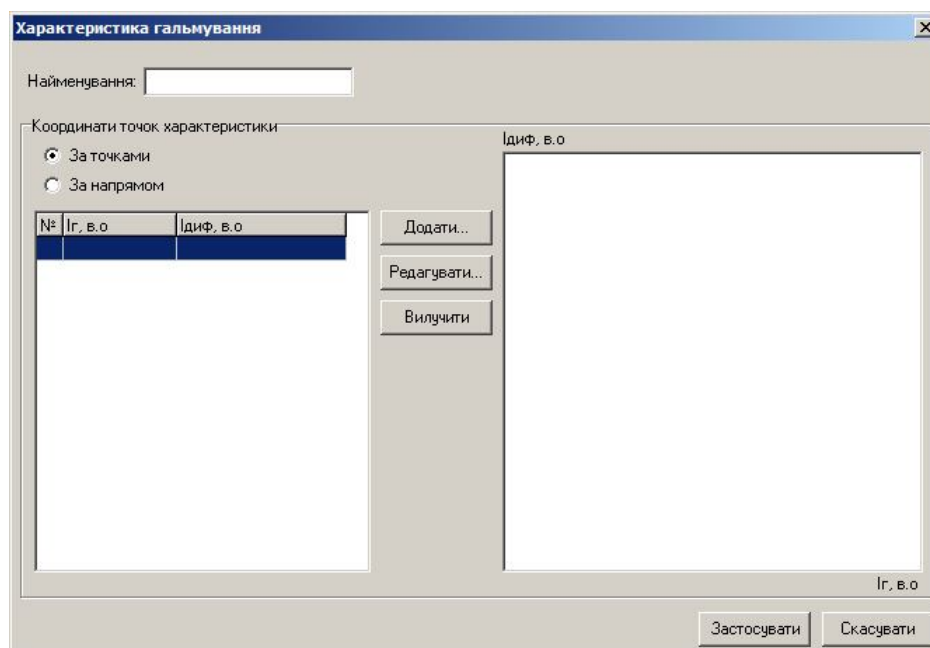


Рис. 6.15. Побудова характеристики гальмування за основною частотою

В полі *"Найменування"* необхідно задати найменування характеристики, яке буде відображатись в списку характеристик (див. рис. 6.14).

Будувати характеристику гальмування можна двома способами: *"за точками"* та *"за напрямом"*. Спосіб вибирається за допомогою залежних перемикачів в полі *"Координати точок характеристики"*. Перший спосіб передбачає безпосереднє задання координат кожної точки характеристики. Другий – передбачає задання променя, який починається на осі абцис (Іг) під заданим кутом.

Для побудови характеристики необхідно натиснути кнопку **"Додати"** – з'явиться вікно (рис. 6.16) або (рис. 6.17) (залежно від вибраного способу побудови), в якому необхідно задати координати точки гальмівної характеристики та натиснути кнопку **"Застосувати"** – задана точка з'явиться в полі *"Координати точок характеристики"* (див. рис. 6.15). В полі відображення цього вікна появиться відрізок характеристики, який відповідає заданим координатам. Аналогічним чином задаються всі подальші координати точок характеристики гальмування.

Під час побудови характеристики способом *"за точками"* в відповідних полях вікна (рис. 6.16) задаються координати кожної точки характеристики. Характеристика гальмування формується шляхом з'єднання цих точок.

Під час побудови способом *"за напрямом"* послідовно задаються координати променів, які починаються на осі абцис (точка задається в полі *"Іб"* (рис. 6.17)) під заданим кутом (кут може задаватися коефіцієнтом нахилу (поле *"K₂"*) або в градусах (поле *"Phi 2"*)). Точки характеристики знаходяться, як перетин відповідних променів.

Додані точки характеристики можна редагувати та вилучати. Для цього необхідно скористатися відповідними кнопками.

Після закінчення побудови характеристики гальмування необхідно натиснути кнопку **"Застосувати"** (див. рис. 6.15) – побудована характеристика збережеться у бібліотеці, її назва з'явиться в полі **"Список характеристик"** (див. рис. 6.14), а її відображення з'явиться в полі відображення.

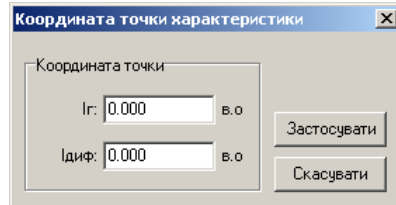


Рис. 6.16. Побудова характеристики "за точками"

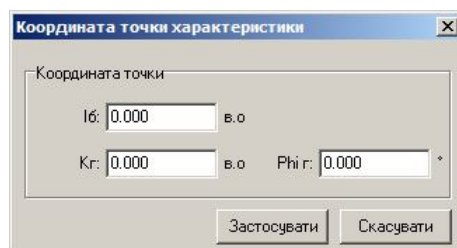


Рис. 6.17. Побудова характеристики "за напрямом"

Побудовану характеристику можна коректувати. Для цього необхідно її виділити у списку характеристик (див. рис. 6.14) та натиснути кнопку **"Редагувати"** – з'явиться вікно (див. рис. 6.15) з параметрами характеристики гальмування, у відповідних полях якого необхідно внести потрібні зміни.

Передбачена можливість вилучати побудовані характеристики та копіювати їх. Для цього необхідно скористатись кнопками відповідно **"Вилучити"**, **"Скопіювати"** (див. рис. 6.14).

Тепер розглянемо особливості формування характеристики гальмування за вищими гармоніками.

Вікно для формування характеристики гальмування за вищими гармоніками має вигляд (рис. 6.18).

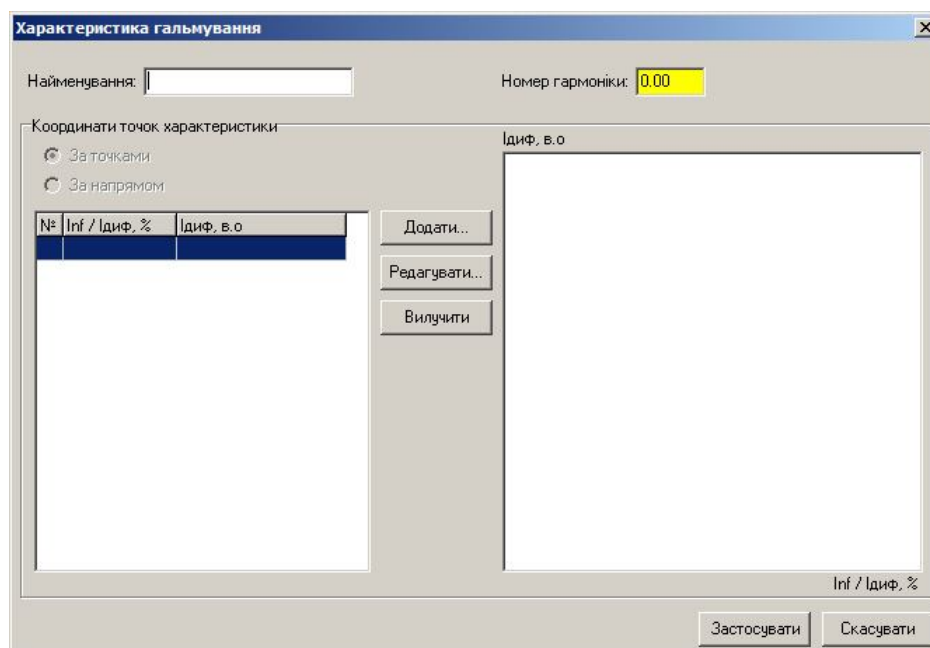


Рис. 6.18. Побудова характеристики гальмування за вищими гармоніками

В полі "Номер гармоніки" задається номер гармоніки, відносно основної частоти, за якою буде перевірятися гальмування.

Характеристика гальмування будується в координатах : $I_{\text{диф}}$ (в.о) – по осі ординат та $I_{\text{nf}} / I_{\text{диф}}$ (%) по осі абсцис. По осі абсцис відкладається значення гармонічної складової відносно диференційного струму у відсотках (рис. 6.19).

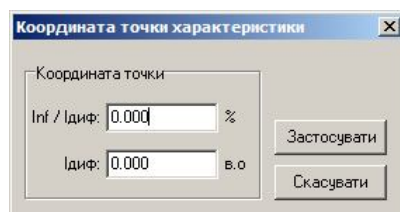


Рис. 6.19. Визначення координати точки характеристики

Інші операції формування характеристики за вищими гармоніками здійснюються подібним чином, як під час формування характеристики за основною частотою.

6.7.4. Сторінка "Перевірка"

З цієї сторінки здійснюється безпосередня перевірка диференційного реле – перевіряються характеристики гальмування, сформовані на сторінці "Характеристика реле". Сторінка "Перевірка" наведена на рис. 6.20.

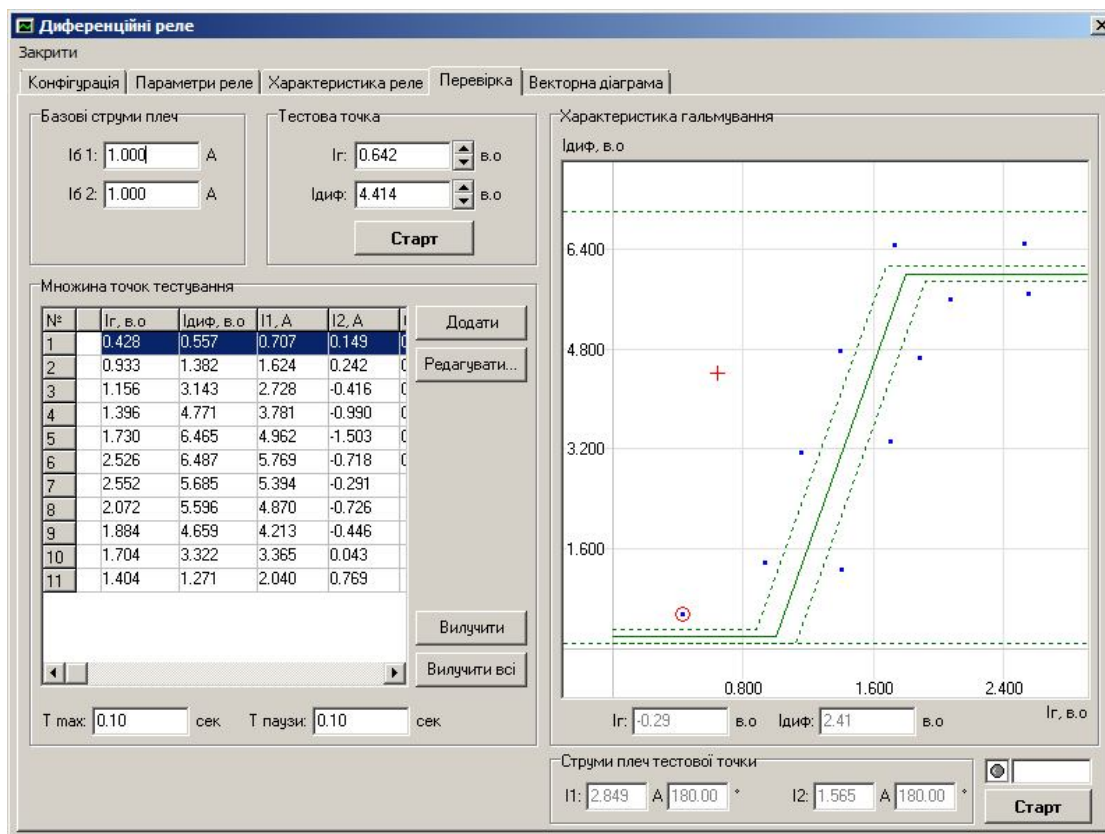


Рис. 6.20. Сторінка "Перевірка"

Слід пам'ятати, що характеристика гальмування формується на основі побудованої характеристики з врахуванням обмежень, заданих на сторінці "Параметри реле".

Розглянемо, як здійснюється перевірка характеристики гальмування за основною частотою.

Перед перевіркою реле необхідно виконати ряд підготовчих операцій:

- в полі редагування "Номінальні струми плеч" задаються номінальні значення струмів плеч диференційного захисту, до яких приєднуються обмотки диференційного реле;
- в полі редагування "Tmax" задається максимальне значення часу, на протязі якого проводиться перевірка однієї точки. Це потрібно для обмеження часу генерації "ПРИСТРОЄМ" струму у випадку неспрацювання диференційного реле;
- в полі "Tпаузи" задається час для створення безструмової паузи між сусідніми точками перевірки.

Після цього формуються точки перевірки реле – кожній точці відповідає певне значення струму гальмування та диференційного струму. Для прискорення процесу перевірки передбачена можливість комплексної перевірки реле – перевірки наперед заданої множини точок. Для цього в полі "Множина точок тестування" задаються координати множини точок. Ці точки відображаються в полі "Характеристика гальмування". Координати точок тестування можна задавати одним з наступних способів:

- шляхом подвійного "кліку" точки в полі *"Характеристика гальмування"*;
- за допомогою кнопки **"Додати"** (попередньо координата точки задається маніпулятором "миша" в полі *"Характеристика гальмування"*);
- з клавіатури в комбінованому полі *"Тестова точка"* з подальшим натисненням кнопки **"Додати"** в комбінованому полі *"Множина точок тестування"*.

Сформовані точки в полі *"Характеристика гальмування"* відображаються кольором, заданим в конфігурації. Конфігурація графіки викликається за допомогою команди *"Графіка"* в пункті головного меню *"Конфігурація"*.

Після формування таблиці передбачена можливість здійснювати з заданою множиною точок наступні команди:

- *"Редагувати"* - дозволяє змінювати координати вибраної з множини точки;
- *"Вилучити"* - дозволяє вилучати з множини вибрану точку;
- *"Вилучити всі"* - після виконання цієї команди буде видалена вся множина точок.

Після виконання всіх підготовчих операцій можна безпосередньо приступати до перевірки диференційного реле.

Для цього необхідно натиснути кнопку **"Старт"** – "ПРИСТРІЙ" почне послідовно генерувати струми певної величини, в залежності від координат точок перевірки, які задані в таблиці в полі *"Множина точок тестування"*.

Величини струмів, які генеруються "ПРИСТРОЄМ" по двох струмових каналах, адреси яких задані на сторінці *"Конфігурація"*, визначається з виразів:

$$\begin{aligned} I_1 &= 0,5 \cdot (I_{\Gamma} \cdot d + I_{\text{диф}}) \cdot I_{\text{ном1}}; \\ I_2 &= 0,5 \cdot (I_{\Gamma} \cdot d - I_{\text{диф}}) \cdot I_{\text{ном2}}, \end{aligned} \quad (6.3)$$

де I_{Γ} , $I_{\text{диф}}$ координати точки (значення гальмівного та диференційного струмів відповідно), задані в таблиці *"Множина точок тестування"*, d – значення коефіцієнта гальмування (дільника), яке задається на сторінці *"Конфігурація"* (див. рис. 6.11); $I_{\text{ном1}}$, $I_{\text{ном2}}$ – значення номінальних струмів в плечах захисту (в форматі RIO та XRIO ці величини називаються масштабними коефіцієнтами).

Струми I_1, I_2 будуть генеруватись "ПРИСТРОЄМ" в протифазі.

Перевірка буде починатися з вибраної у таблиці точки. Між перевірками кожної точки буде пауза, яка відповідає значенню часу, заданому в полі *"Т паузи"*.

В процесі перевірки в першому стовпці таблиці буде відображатись результат перевірки: якщо перевірка даної точки успішна, то з'явиться зображення "+", якщо ні – то з'явиться зображення "-".

Позитивним вважається результат в наступних випадках:

- реле спрацювало в точках, розміщених вище від гальмівної характеристики реле з врахуванням похибок, за час, який не перевищив заданий на сторінці *"Параметри"*;

- реле не спрацювало в точках, розміщених нижче від гальмівної характеристики реле з врахуванням похибок.

Якщо точка знаходиться в зоні, обмеженій характеристиками 1, 2, які відповідають заданим похибкам (див. рис. 6.13), то результат рахується позитивним у випадку як спрацювання, так і неспрацювання диференційного реле.

У всіх інших випадках результат рахується негативним.

В четвертому та п'ятому стовпцях виводяться значення струмів, які генерується "ПРИСТРОЄМ" в плечах диференційного реле. Значення їх розраховується згідно (6.3).

В шостому та сьомому стовпцях виводяться значення уставки за часом спрацювання та дійсне значення часу спрацювання реле.

Передбачена можливість змінювати відображення колонок таблиці. Заховати чи відобразити певну колонку таблиці можна за допомогою локального меню (рис. 6.21).

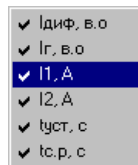


Рис. 6.21. Інформація таблиці "Множина точок тестування"

Процес перевірки закінчиться після перевірки всіх точок, заданих в полі "Множина точок тестування". Користувач може в будь-який момент зупинити процес перевірки, натиснувши на кнопку "Стоп" (після запуску "ПРИСТРОЮ" зображення кнопки "Старт" змінить свою назву на "Стоп" та почне мигати).

Для перевірки одної тестової точки можна скористатися кнопкою "Старт" у груповому полі "Тестова точка". Після проведеної перевірки тестова точка та результат її тестування буде доданий у таблицю "Множина точок тестування".

Розглянемо особливості перевірки гальмівної характеристики реле за вищими гармоніками. Сторінка "Перевірка" для цього режиму наведена на рис. 6.22.

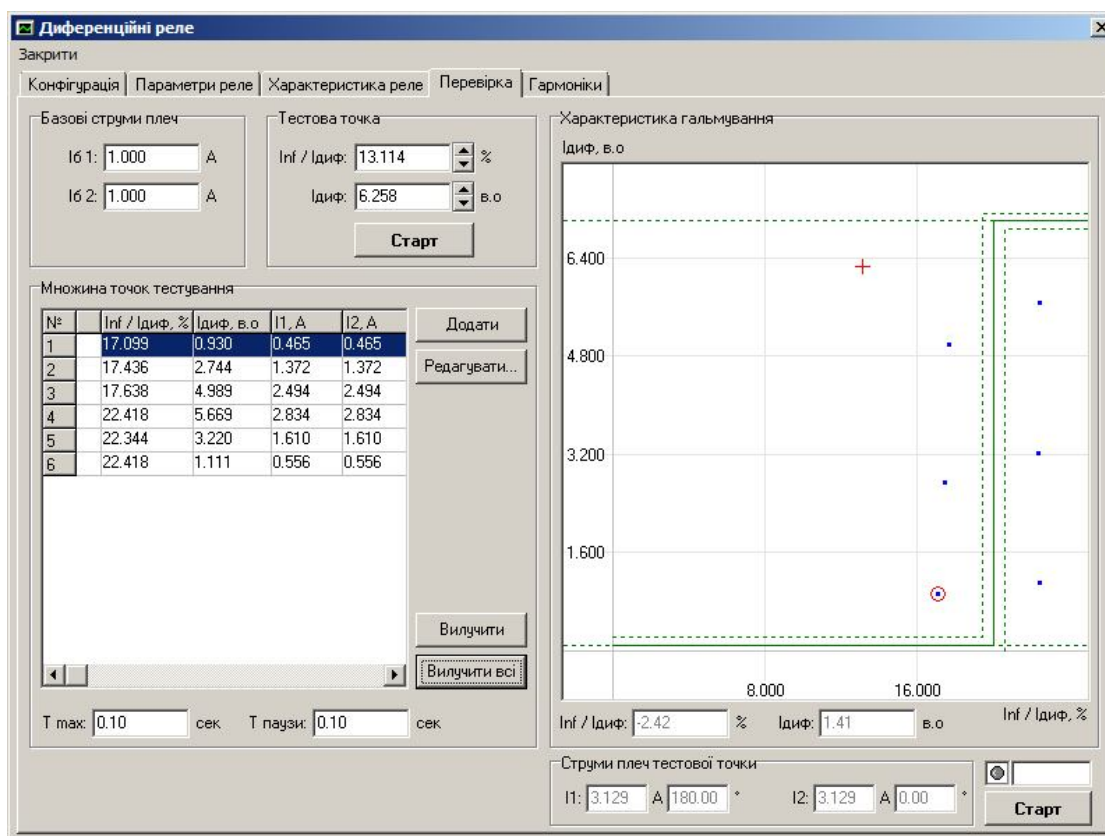


Рис. 6.22. Сторінка "Перевірка"

Точки тестування задаються в координатах: по осі абсцис $I_{\text{nf}} / I_{\text{диф}} (\%)$ - значення гармонічної складової відносно диференційного струму у відсотках; по осі ординат $I_{\text{диф}} (\text{в.о.})$ – відносне значення диференційного струму. Крім координат точки тестування в таблиці "Множина точок тестування" відображаються значення струмів в плечах реле ($I1$ та $I2$).

Перевірка характеристики за вищими гармоніками здійснюється подібно як перевірка характеристики гальмування за основною частотою. В цьому режимі "ПРИСТРОЄМ" генеруються гармонічні струми з заданою вищою гармонікою.

6.7.5. Сторінка "Векторна діаграма / Гармоніки"

На цій сторінці відображаються вектори струмів, які подаються в плечі реле. Для гальмівної характеристики за основною частотою, крім значень струмів, відображається векторна діаграма струмів. А для характеристики за вищими гармоніками – гармонічні сигнали струмів, в яких на основну частоту накладається задана вища гармоніка.

7. МОДУЛЬ "СИНХРОНІЗАТОР"

Модуль "Синхронізатор" призначений для налагодження та перевірки пристроїв синхронізації як зарубіжних, так і вітчизняних фірм, реалізованих на електромеханічній, напівпровідниковій та цифровій техніці.

Ініціалізація модуля "Синхронізатор" здійснюється з головного меню "Модуль" командою "Синхронізатор" (див. рис. 1.2).

Модуль складається з наступних взаємозв'язаних функціональних блоків, розміщених на окремих сторінках:

- "Конфігурація";
- "Параметри синхронізатора";
- "Перевірка".

7.1. Сторінка "Конфігурація"

Загальний вигляд сторінки "Конфігурація" наведений на рис. 7.1.

Рис. 7.1. Сторінка "Конфігурація"

На сторінці "Конфігурація" задається інформація про пристрій, який перевіряється (в полі "Пристрій") та обмеження за напругою (в полі "Змінний струм").

7.2. Сторінка "Параметри синхронізатора"

Загальний вигляд сторінки "Параметри синхронізатора" наведений на рис. 7.2.

Рис. 7.2. Сторінка "Параметри синхронізатора"

В полі "Номінальні параметри" задаються номінальні напруга та частота синхронізатора.

В полі "Під'єднання синхронізатора" задаються фізичні входи "ПРИСТРОЮ", до яких під'єднується синхронізатор. Поле "Під'єднання синхронізатора" в свою чергу складається з окремих полів:

- "Напругові входи";
- "Бінарні входи";
- "Бінарні виходи".

"Напругові входи" – це напругові кола синхронізуючої та синхронізованої систем. Можливе приєднання до кіл напруги "ПРИСТРОЮ" $U A-N$, $U B-N$, $U C-N$. При цьому система здійснює контроль приєднання, наприклад, якщо для системи 1 вибране приєднання $U A-N$, то для системи 2 можливо задати лише приєднання $U B-N$ чи $U C-N$.

Крім цього, передбачена можливість під'єднувати синхронізатор до додаткових кіл напруги. По замовчуванню ці кола не використовуються.

"Бінарні входи". Для перевірки синхронізатора задаються канали, по яких передаються команди від синхронізатора до "ПРИСТРОЮ" про збільшення та зменшення величини напруги та частоти (відповідно $U>$, $U<$, $f>$, $f<$), а також команди на увімкнення вимикача (Q). В залежності від типу синхронізатора не всі канали задіюються. Система здійснює автоматичний контроль вибору номерів бінарних входів – не допускається використання одного й того самого бінарного входу для реалізації різних команд.

"Бінарні виходи". Для сучасних цифрових синхронізаторів передбачені дискретні входи запуску синхронізатора та команди RESET. Для цієї мети передбачена можливість задіяти бінарні виходи "ПРИСТРОЮ" ("*Запуск*", "*Скид*"). Як і в попередньому випадку система здійснює автоматичний контроль вибору номерів бінарних виходів – не допускається використання одного й того самого бінарного виходу для реалізації різних команд.

В полі "*Параметри вікна синхронізації*" задаються наступні параметри:

- "*Різниця напруг*" – мінімальна dU_{min} та максимальна dU_{max} допустима різниця напруг систем, при якій дозволяється синхронізація;
- "*Похибки за напругою*" – відносна та абсолютна похибки;
- "*Різниця частот*" - мінімальна df_{min} та максимальна df_{max} допустима різниця частот систем, при якій дозволяється синхронізація;
- "*Похибки за частотою*" – відносна та абсолютна похибки;
- "*Кут увімкнення*" - максимальний допустимий кут δ між векторами напруг систем, при якому дозволяється синхронізація;
- "*Похибки за кутом*" – відносна та абсолютна похибки;
- "*Зона нечутливості*" – зона нечутливості синхронізатора за частотою df_{min} , df_{max} – якщо різниця частот систем попадає в задану зону, синхронізатор не видає команд на зменшення чи збільшення частоти.

В полі "*Умови синхронізації*" задається наступна інформація:

- "*Чергування фаз*" – для синхронізуючої та синхронізованої систем задається або пряме або обернене чергування фаз;
- "*Напруга*" – для двох систем задається напруга, яка використовується для під'єднання синхронізатора. Передбачені наступні напруги: $A-N$, $B-N$, $C-N$, $A-B$, $B-C$, $C-A$, $B-A$, $C-B$, $A-C$, $A-B-C$, $A-C-B$, $AB-BC-CA$, $AC-CB-BA$;
- "*Т увімкнення*" – задається реальний час спрацювання вимикача. Використовується для відтворення синхронізації з врахуванням часу спрацювання вимикача, на який подається команда на увімкнення від синхронізатора;
- "*Зсув фаз*" – задається зсув фаз між системами, які синхронізуються, обумовлений групами з'єднання трансформаторів;

- "Вихідний сигнал" – задається форма сигналу, який генерується на виході синхронізатором після виконання всіх умов синхронізації. Передбачені наступні форми сигналу: "Імпульс", "Неперервний", "Відсутній".

В полі "Крок зміни параметрів" задаються кроки для дискретної зміни різниці напруг, різниці кутів між напругами та різниці частот відповідно систем 2 та 1. Ці значення використовуються для дискретної зміни відповідних параметрів на сторінці "Перевірка" (див. п. 7.3).

7.3. Сторінка "Перевірка"

Загальний вигляд цієї сторінки наведений на рис. 7.3.

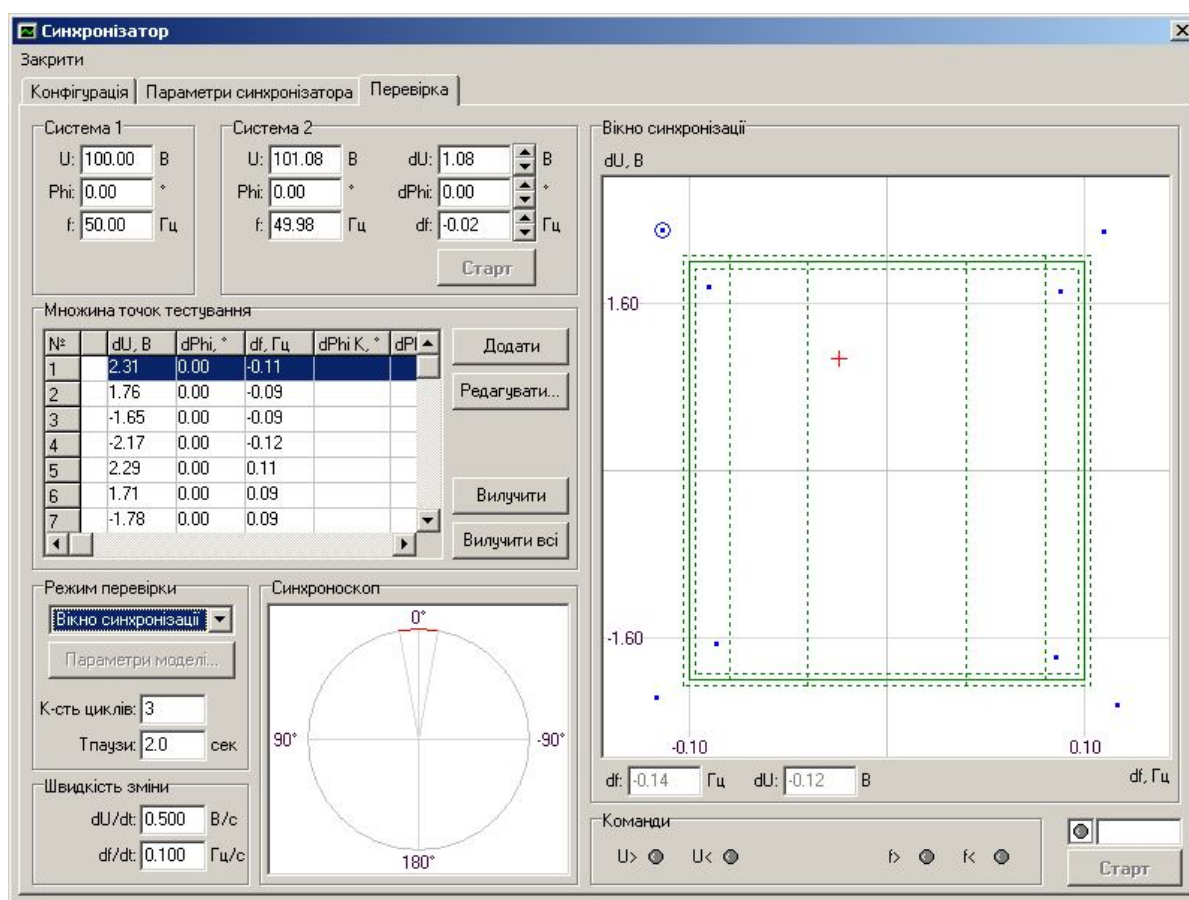


Рис. 7.3. Сторінка "Перевірка"

На сторінці розміщені наступні поля:

- "Система 1";
- "Система 2";
- "Множина точок тестування";
- "Режим перевірки";

- "Швидкість зміни";
- "Синхроноскоп";
- "Вікно синхронізації";
- "Команди".

Поле "Система 1"

В цьому полі задаються параметри системи, з якою буде здійснена синхронізація. Ці параметри є незмінними на протязі процесу синхронізації. У відповідних полях задаються значення величини напруги U (її діюче значення), початкова фаза Φ та частота f . Після запуску режиму синхронізації "ПРИСТРІЙ" буде генерувати на напруговий вхід системи 1 синхронізатора напругу за наступним законом:

$$u = \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f + \Phi).$$

В полі "Вікно синхронізації" параметри системи 1 відобразяться у вигляді двох взаємно перпендикулярних прямих, які перетинаються в точці початку координат. Відносно цієї точки відраховуються параметри синхронізатора dU_{min} , dU_{max} , df_{min} , df_{max} , значення яких задаються на сторінці "Параметри синхронізатора". На основі цих значень відображається прямокутник – вікно синхронізації.

Поле "Система 2"

В цьому полі задаються початкові параметри системи, яка синхронізується. У відповідних полях задаються значення величини напруги U (її діюче значення), початкова фаза Φ та частота f . У полях dU , $d\Phi$, df відобразяться різниці відповідних параметрів системи 2 та системи 1. Користувач може також задавати у відповідних полях значення різниць параметрів системи 2 та системи 1 – dU , $d\Phi$, df . В цьому випадку за цими значеннями та значеннями параметрів системи 1 будуть автоматично розраховуватись параметри системи 2 та відображатись у відповідних полях. Тестова точка з заданими координатами dU та df відобразиться у вигляді хрестика в полі "Вікно синхронізації". Можна також здійснювати дискретну зміни цих параметрів за допомогою кнопок із стрілками, які розташовані справа від відповідних полів. Крок зміни задається на сторінці "Параметри синхронізатора" (див. п. 7.2).

Параметри системи 2 можна задавати і за допомогою курсора "миші". Для цього необхідно курсор миші підвести в полі "Вікно синхронізації" до відповідної точки (координати біжучої точки відображаються в нижній частині поля "Вікно синхронізації") та натиснути на ліву клавішу "миші" – вибрана точка зафіксується в полі, а у відповідних полях "Система 2" відобразяться розраховані значення параметрів системи 2, які відповідають вибраній точці.

Поле "Вікно синхронізації"

В цьому полі відображаються в координатах dU та df :

- параметри синхронізатора, які відображаються у вигляді прямокутника;
- допустима похибка параметрів синхронізатора;

- зона нечутливості синхронізатора за частотою;
- тестова точка, яка відповідає відносним координатам системи 2, які визначаються як різниця відповідних параметрів системи 2 та системи 1;
- множина тестових точок, сформованих в табличній формі у полі "*Множина точок тестування*";
- лінії обмеження за напругою та частотою. Поза межами цих ліній неможливо сформувати тестову точку;
- годограф зміни параметрів системи 2 під час синхронізації, який формується під час тестування.

Використовуючи у полі "*Вікно синхронізації*" локальне меню, можна здійснювати певні операції по вибору точки перевірки та масштабуванню зображення.

Якщо користувач хоче змінити палітру кольорів відображення в полі "*Вікно синхронізації*", то йому необхідно ініціалізувати команду "*Графіка*" в меню "*Конфігурація*". Після цього на екран монітора виведеться вікно (рис. 7.4)

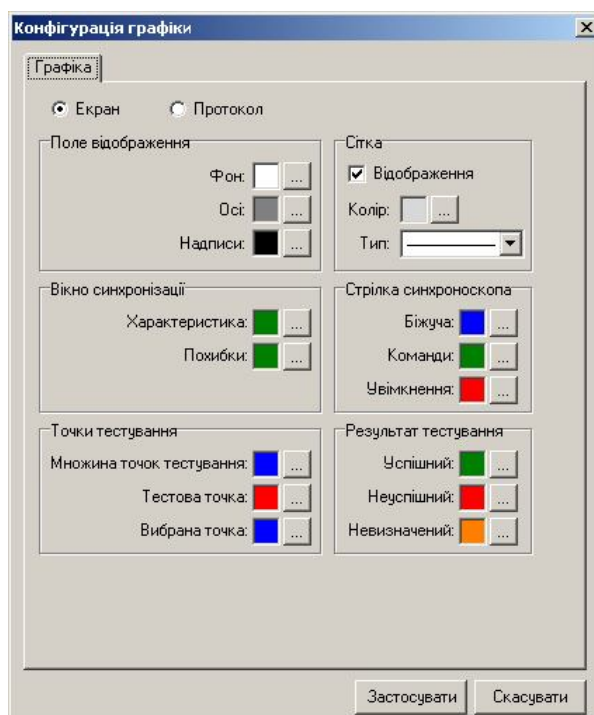


Рис. 7.4. Конфігурація графіки

Користувач при допомозі цього вікна може змінювати поле відображення, сітку, а також задавати бажані кольори у вікні синхронізації, синхроскопа.

Поле "*Множина точок тестування*"

В цьому полі формується таблиця з відносними координатами системи 2, яка синхронізується з системою 1: dU , $dPhi$, df . Ці координати можна задати одним із трьох способів:

- задати тестову точку (dU , df) в полі "*Вікно синхронізації*" за допомогою "миші" і здійснити подвійний "клік" (за винятком режиму "*Задана траєкторія*");
- вибрати тестову точку (dU , df) в полі "*Вікно синхронізації*" за допомогою "миші" і натиснути кнопку "**Додати**" в полі "*Множина точок тестування*";
- задати значення координат тестової точки (dU , $dPhi$, df) безпосередньо у полі "*Система 2*" і натиснути кнопку "**Додати**" в полі "*Множина точок тестування*".

В полі "*Множина точок тестування*" передбачена можливість вилучати окремі тестові точки, вилучати всі точки та редагувати окремі вибрані точки. Для цього необхідно скористатись кнопками "**Редагувати**", "**Вилучити**", "**Вилучити всі**".

Відображення колонок таблиці "*Множина точок тестування*" можна змінювати за допомогою локального меню.

Поле "*Режим перевірки*"

В цьому полі задається режим перевірки синхронізатора. Передбачені наступні режими перевірки:

- "*Вікно синхронізації*";
- "*Лінійна модель*";
- "*Нелінійна модель*";
- "*Задана траєкторія*".

Режим "*Вікно синхронізації*"

В цьому режимі перевіряється вікно синхронізації – чи синхронізатор буде давати сигнал на увімкнення вимикача, коли тестові точки, які характеризують початковий стан системи 2, знаходяться в межах прямокутника, окресленого параметрами синхронізатора dU_{min} , dU_{max} , df_{min} , df_{max} , чи синхронізатор не буде давати сигнал на увімкнення вимикача, коли точки, які характеризують систему 2 знаходяться поза межами прямокутника.

Слід пам'ятати, що під час проведення тестування синхронізатора в цьому режимі змін параметрів системи 2 – напруги та частоти не відбувається, тобто ігноруються команди від синхронізатора на збільшення (зменшення) частоти та напруги.

У випадку, коли синхронізатор не подає сигнал на увімкнення вимикача, тест буде проводитися протягом часу, який відповідає кількості циклів N (повним обертам стрілки синхроноскопа), тобто протягом часу

$$T = N / \Delta f ,$$

де Δf – різниця частот між системами.

Кількість циклів N задається в полі "*Кількість циклів*".

Режим "*Лінійна модель*"

Після запуску режиму перевірки в залежності від команд, отриманих від синхронізатора буде здійснюватись зміна напруги та частоти системи 2 до допустимих величин (dU , df),

після цього в момент, коли $dPhi$ знаходиться в допустимих межах (візуально відображається положенням стрілки синхроскопа) синхронізатором має формуватися сигнал на увімкнення вимикача.

Зміна напруги та частоти системи 2 буде здійснюватись за лінійним законом:

$$f_2 := f_2 \pm df / dt \cdot t,$$

$$U_2 := U_2 \pm dU / dt \cdot t,$$

де df / dt , dU / dt відповідно швидкість зміни частоти та напруги, величини яких задаються у відповідних полях "Швидкість зміни".

В цьому режимі перевірки поле "Кількість циклів" змінюється на "Tmax", в якому задається максимальний час протягом якого очікується синхронізація.

Режим "Нелінійна модель"

Цей режим передбачений для перевірки роботи синхронізатора в умовах, максимально наближених до реальних, тобто з врахуванням моделей генератора, турбіни з відповідними системами регулювання – частоти та напруги.

Модель руху турбоагрегата на холостому ході при зміні частоти обертання в межах 2700 – 3300 об./хв. можна представити лінійним диференціальним рівнянням першого порядку:

$$T_j \frac{d\omega_{\Gamma}}{dt} - M_{\Gamma} + k_{\text{оп}} \cdot \omega_{\Gamma} = 0, \quad (7.1)$$

де T_j – постійна часу руху обертових мас турбоагрегата; ω_{Γ} – кутова частота обертання турбоагрегата; M_{Γ} – обертовий момент турбіни; $k_{\text{оп}}$ – коефіцієнт опору, який визначає втрати турбіни на тертя з повітрям та в підшипниках турбоагрегата.

Модель турбіни представлена інерційною ланкою першого порядку, рівняння якої має вигляд:

$$T_{\Gamma} \frac{dM_{\Gamma}}{dt} + M_{\Gamma} - \mu = 0, \quad (7.2)$$

де T_{Γ} – еквівалентна постійна часу турбіни; M_{Γ} – обертовий момент турбіни; μ – положення регулюючих клапанів турбіни, через які здійснюється впуск пари в турбіну.

Припускаємо, що на холостому ході працює регулятор швидкості обертання, на який діє синхронізатор і який в свою чергу діє на регулюючі клапани турбіни. Рівняння регулятора швидкості обертання з врахуванням обмежень має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} \mu &= k_{\text{р.ч.о}} \cdot (\omega_{\Gamma} - \omega_{\text{уст}}), \\ \mu_{\min} &\leq \mu \leq \mu_{\max}, \end{aligned} \quad (7.3)$$

де $k_{\text{р.ч.о}}$ – коефіцієнт посилення регулятора швидкості обертання, величина, яка обернено пропорційна статизму регулюючої характеристики системи регулювання; $\omega_{\text{уст}}$ – уставка

регулятора швидкості, на зміну якої діє синхронізатор в процесі синхронізації; μ_{\min} , μ_{\max} – обмеження на переміщення регулюючих клапанів турбіни.

Під час роботи генератора на холостому ході, коли відсутній струм в обмотці статора, тобто відсутня реакція якоря, електромагнітний стан генератора описується диференціальним рівнянням першого порядку:

$$T_{d0} \frac{dE_q''}{dt} + E_q'' - U_p = 0, \quad (7.4)$$

де T_{d0} – постійна часу електромагнітного стану генератора; E_q'' – надперехідна е.р.с. по поперечній осі генератора, яка пропорційна потокозчепленню обмотки статора генератора; U_p – напруга на кільцях ротора обмотки збудження генератора, яка у відносних одиницях рівна величині сигналу системи регулювання струму збудження генератора.

При роботі генератора на холостому ході напруга на обмотці статора генератора рівна надперехідній е.р.с., тобто $U_\Gamma = E_q''$. З врахуванням цього рівняння (7.4) можна записати у вигляді:

$$T_{d0} \frac{dU_\Gamma}{dt} + U_\Gamma - U_p = 0. \quad (7.5)$$

Практично всі сучасні потужні генератори на електричних станціях працюють з тиристорними або безщітковими системами збудження, які керуються регуляторами збудження сильної дії. З врахуванням того, що ці системи збудження разом з системами регулювання є практично безінерційними, рівняння регулятора збудження сильної дії (напруга на кільцях ротора у відносних одиницях рівна сигналу на виході системи регулювання) має вигляд:

$$U_p = k_{0U} \cdot (U_\Gamma - U_{уст}) + k_{1U} \cdot \frac{dU_\Gamma}{dt}, \quad (7.6)$$

$$U_{p.\min} \leq U_p \leq U_{p.\max},$$

де k_{0U} , k_{1U} – коефіцієнти посилення по каналах відхилення напруги та по похідній від напруги; $U_{уст}$ – уставка регулятора по відхиленню напруги, на зміну якої діє синхронізатор; $U_{p.\min}$, $U_{p.\max}$ – обмеження на сигнал тиристорної системи збудження.

Як видно з рівнянь, які описують регулятор сильної дії, в них відсутні канали по похідних від струму збудження, кута вибігу ротора, та відхиленню частоти. Таке допущення є правомірним, тому що ці канали діють практично під час збурень в системі при роботі генератора паралельно з системою.

Таким чином, рівняння (7.1) – (7.6) з достатньою точністю описують поведінку турбіни та генератора при роботі агрегата на холостому ході і адекватно відтворюють процеси при синхронізації генератора з системою.

Модель реалізована у відносних одиницях. Під час її реалізації величини напруги та частоти приводяться до іменованих одиниць з врахуванням номінальних параметрів напруги та частоти, які задаються на сторінці *"Параметри синхронізатора"* в полі *"Номінальні параметри"*.

Постійні часу та коефіцієнти, які використовуються в моделі (7.1) – (7.6) задані усередненими значеннями для потужних турбогенераторів. Значення їх наступні:

$$T_j = 5 \text{ с}; T_T = 0,5 \text{ с}; k_{p,ч.о} = -15; \mu_{\min} = 0; \mu_{\max} = 1; k_{оп} = 0,01;$$

$$T_{d0} = 5 \text{ с}; k_{0U} = -50; k_{1U} = -10; U_{p,\min} = 0; U_{p,\max} = 1.$$

При необхідності користувач може змінити задані параметри. Для цього необхідно відкрити діалогове вікно (рис. 7.5) шляхом натиснення кнопки **"Параметри моделі"**.

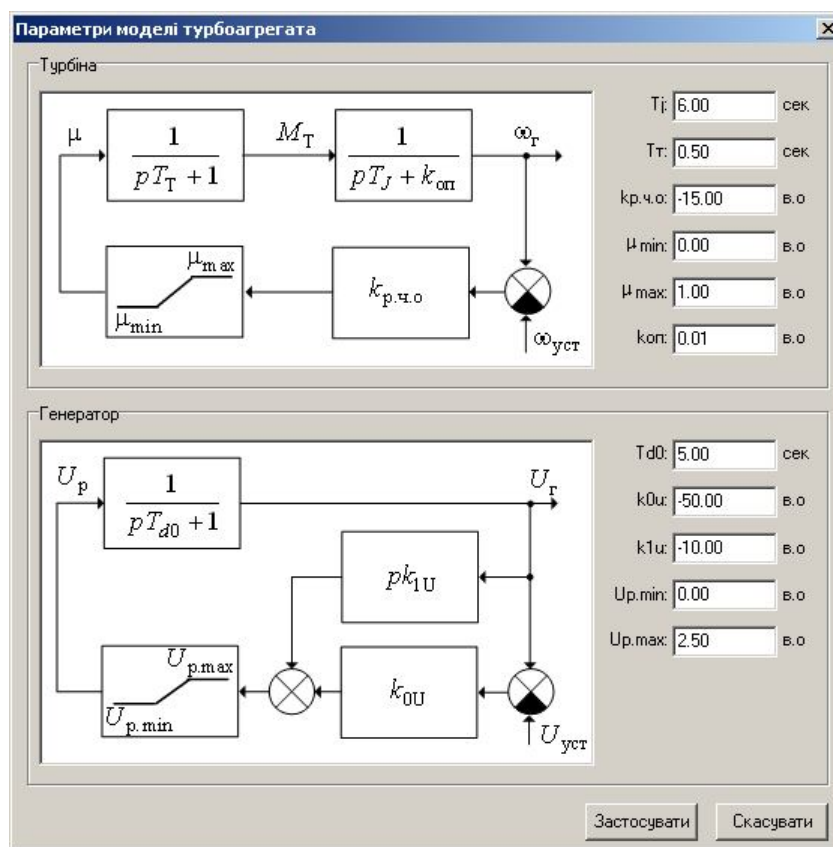


Рис. 7.5. Вікно зміни параметрів моделі турбоагрегата

Для цифрової реалізації моделі (7.1) – (7.6) застосований жорсткий неявний метод першого порядку – неявний метод Ейлера.

При використанні нелінійної моделі режиму перевірки в якості синхронізованої системи 2 використовується модель (7.1) – (7.6). Під час роботи з цією моделлю уставки регуляторів швидкості обертання та регулятора збудження сильної дії по команді від синхронізатора змінюються з швидкістю, яка задається в полі *"Швидкість зміни"*.

Режим "Задана траєкторія"

Цей режим передбачає зміну напруги та частоти системи 2 за заданою лінійною траєкторією.

Траєкторія зміни може задаватись одним з двох способів. За першим способом початкове та кінцеве значення зміни модуля напруги, кута та частоти задається безпосередньо у відповідних полях групового поля "Система 2" (рис. 7.6).

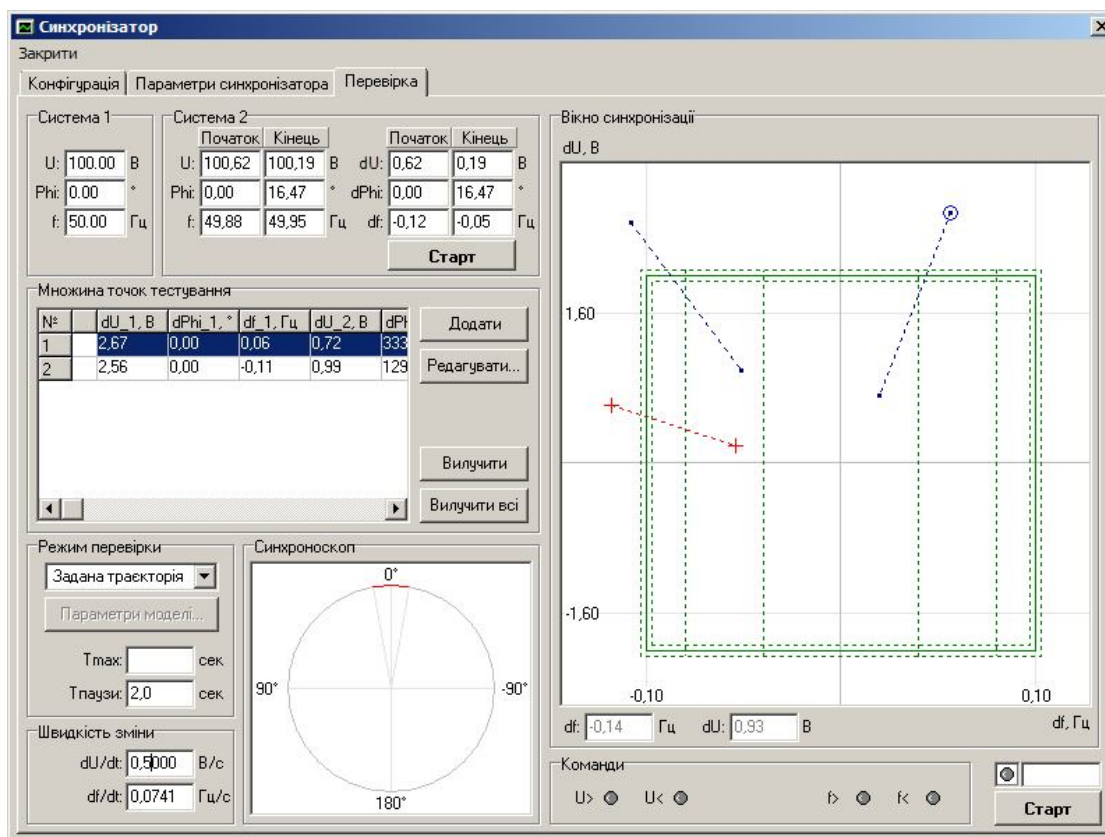


Рис. 7.6. Режим перевірки за заданою траєкторією

Задана лінійна траєкторія відображається в полі "Вікно синхронізації".

За другим способом початкову та кінцеву точки траєкторії задають безпосередньо в полі "Вікно синхронізації" за допомогою маніпулятора "миша". При цьому числові значення графічно заданих точок траєкторії відображаються у відповідних полях групового поля "Система 2".

Швидкість зміни напруги та частоти визначається на основі заданої траєкторії та на основі швидкості зміни напруги або швидкості зміни частоти, які задаються у груповому полі "Швидкість зміни".

Після запуску перевірки в цьому режимі зміна напруги та частоти буде здійснюватися згідно заданої траєкторії та з визначеною швидкістю до моменту подачі команди від синхронізатора на увімкнення вимикача або при досягненні кінцевої точки.

Поле "Синхроноскоп"

В цьому полі відображається синхроноскоп, стрілка якого обертається з частотою ковзання, яка в свою чергу визначається як різниця частот системи 1 та системи 2.

Поле "Команди"

В цьому полі відображена сигналізація команд на збільшення (зменшення) частоти ($f >$, $f <$) та збільшення (зменшення) напруги ($U >$, $U <$). Інформація про команди отримується від синхронізатора через задані в "ПРИСТРОЇ" бінарні входи, які визначаються на сторінці "Параметри синхронізатора". При наявності команди відповідна лампочка відображається червоним кольором, при відсутності – сірим.

7.4. Здійснення перевірки синхронізатора

Після заповнення всіх полів сторінки "Перевірка" можна безпосередньо приступити до перевірки синхронізатора.

Для цього необхідно натиснути кнопку "Старт". Згідно заданих параметрів "ПРИСТРІЙ" почне генерувати напруги певної величини, залежно від режиму перевірки.

Буде здійснюватись в динаміці послідовна перевірка точок, зафіксованих в полі "Множина точок тестування". Перевірка буде починатися з вибраної у таблиці точки. Між перевірками кожної точки буде пауза, яка задається в полі "Т паузи".

В процесі перевірки в першому стовпці таблиці буде відображатись результат перевірки – якщо перевірка даної точки успішна, то з'явиться зображення "+", якщо ні – з'явиться зображення "-".

Після запуску "ПРИСТРОЮ" зображення кнопки "Старт" змінить свою назву на "Стоп" та почне мигати. Користувач може в будь-який момент зупинити процес перевірки, натиснувши на кнопку "Стоп".

Після закінчення роботи користувач може детально переглянути результати перевірки. Для цього необхідно вибрати потрібну точку в таблиці "Множина точок тестування" та використовуючи горизонтальний скролінг переглянути результати перевірки.

Формування результатів в режимі перевірки "Вікно синхронізації"

В цьому режимі для тестових точок, які знаходяться у вікні синхронізації (з врахуванням заданих похибок), результат буде успішним у випадку формування сигналу на увімкнення при допустимій різниці кутів синхронізованих напруг системи 1 та системи 2. Увімкнення має відбутись, коли стрілка синхроноскопа знаходиться в секторі, який визначає похибку за кутом увімкнення. Слід пам'ятати, що сигнал на увімкнення подається з випередженням, яке враховує інерційність вимикача (час увімкнення, який задається у полі "Т увімкнення" на сторінці "Параметри синхронізатора"). Після подачі сигналу на увімкнення в полі "Синхроноскоп" будуть відображені дві стрілки – подачі команди на увімкнення та увімкнення вимикача, а в таблиці їх величини $d\Phi K$ (різниця кутів при подачі команди на увімкнення) та $d\Phi B$ (різниця кутів при увімкненні вимикача).

Для тестових точок, які знаходяться поза вікном синхронізації, результат буде успішним коли не формується сигнал на увімкнення вимикача від синхронізатора.

Для тестових точок, які знаходяться в межах заданих похибок (обмежених на зображенні вікна синхронізації штриховими лініями) результат буде успішним для випадку коли не формується сигнал на увімкнення, так і для випадку коли формується сигнал на увімкнення при допустимій різниці кутів синхронізованих напруг системи 1 та системи 2.

Формування результатів в режимі перевірки *"Лінійна модель"*, *"Нелінійна модель"* та *"Задана траєкторія"*

В цих режимах результат тестування буде успішним, якщо протягом заданого (визначеного) часу синхронізації сформувалася команда на увімкнення при наступних умовах:

- кінцеве положення точки тестування знаходиться в межах вікна синхронізації з врахуванням заданих похибок;
- в момент увімкнення вимикача стрілка синхроскопа знаходиться в секторі, який визначає похибку за кутом увімкнення.

В цих режимах в полі *"Вікно синхронізації"* відображається шлях зміни положення тестової точки протягом процесу синхронізації. А в таблиці *"Множина точок тестування"* будуть відображені значення різниць напруг, кутів та частот системи 1 та системи 2 для моменту подачі команди на увімкнення (відповідно dU_K , $d\Phi_K$, df_K), а також для моменту увімкнення вимикача (відповідно dU_B , $d\Phi_B$, df_B).

Можна також здійснювати перевірку одиночної біжучої тестової точки, значення якої відображається у полі *"Система 2"*. Для цього необхідно натиснути кнопку **"Старт"**, яка знаходиться у цьому ж полі. Після проведеної перевірки ця точка і результат її тестування будуть додані у таблицю *"Множина точок тестування"* (див. рис. 7.3).

8. МОДУЛЬ "НЕЗАЛЕЖНА ЧАСТОТА"

Цей модуль знаходиться в групі модулів "Спеціалізовані програми".

В цьому модулі передбачена можливість задавати напруги та струми по окремих каналах "ПРИСТРОЮ" з різною частотою.

Цей модуль може використовуватися для перевірки вимірних органів системної автоматики: автоматичного частотного розвантаження (АЧР), частотного автоматичного повторного ввімкнення (ЧАПВ), автоматичного частотного ділення (АЧД), а також для перевірки складних пристроїв РЗА, де необхідно задіяти декілька незалежних за частотою каналів напруг чи (та) струмів.

Модуль складається з наступних взаємозв'язаних функціональних блоків, розміщених на окремих сторінках:

- "Конфігурація";
- "Векторна діаграма";
- "Результати".

8.1. Сторінка "Конфігурація"

Загальний вигляд сторінки "Конфігурація" наведений на рис. 8.1.

Незалежна частота

Режим Закрити

Конфігурація | Векторна діаграма | Результати

Пристрій

Станція / підстанція: Бурштинська ТЕС

Приєднання: Блок №1

Пристрій: СА-1

Перевіряючий: Шмагала В.М.

Стан бінарних входів (виходів)

☐ розімкнений

☒ замкнений

Змінний струм

Частота, Гц	Первинні U, кВ	Вторинні U, В	Первинні I, кА	Вторинні I, А
Іном: 50.00	Іном.л: 110.00	Іном.л: 100.00	Іном: 1.00	Іном: 1.00
	Іном.ф: 63.51	Іном.ф: 57.74		
Δf: 0.10		Umax ф: 125.00		Imax: 15.00

Бінарні входи

Назва	Стан	Фіксація часу	Режим
1 <input checked="" type="checkbox"/> Trp	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0000	Фіксація часу
2 <input checked="" type="checkbox"/> f >	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0000	Фіксація часу
3 <input checked="" type="checkbox"/> f <	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0000	Фіксація часу
4 <input checked="" type="checkbox"/> U >	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0000	Фіксація часу
5 <input checked="" type="checkbox"/> U <	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0000	Фіксація часу
6 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	Фіксація часу
7 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	Фіксація часу
8 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	Фіксація часу

Бінарні виходи

Назва	Старт	Режим	Час
1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000
2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000
3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000
4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000
5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000
6 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000
7 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000
8 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000

Рис. 8.1. Сторінка "Конфігурація"

На сторінці "Конфігурація" задається інформація про пристрій, який перевіряється подібно як для інших модулів.

8.2. Сторінка "Векторна діаграма"

Загальний вигляд сторінки "Векторна діаграма" наведений на рис. 8.2.

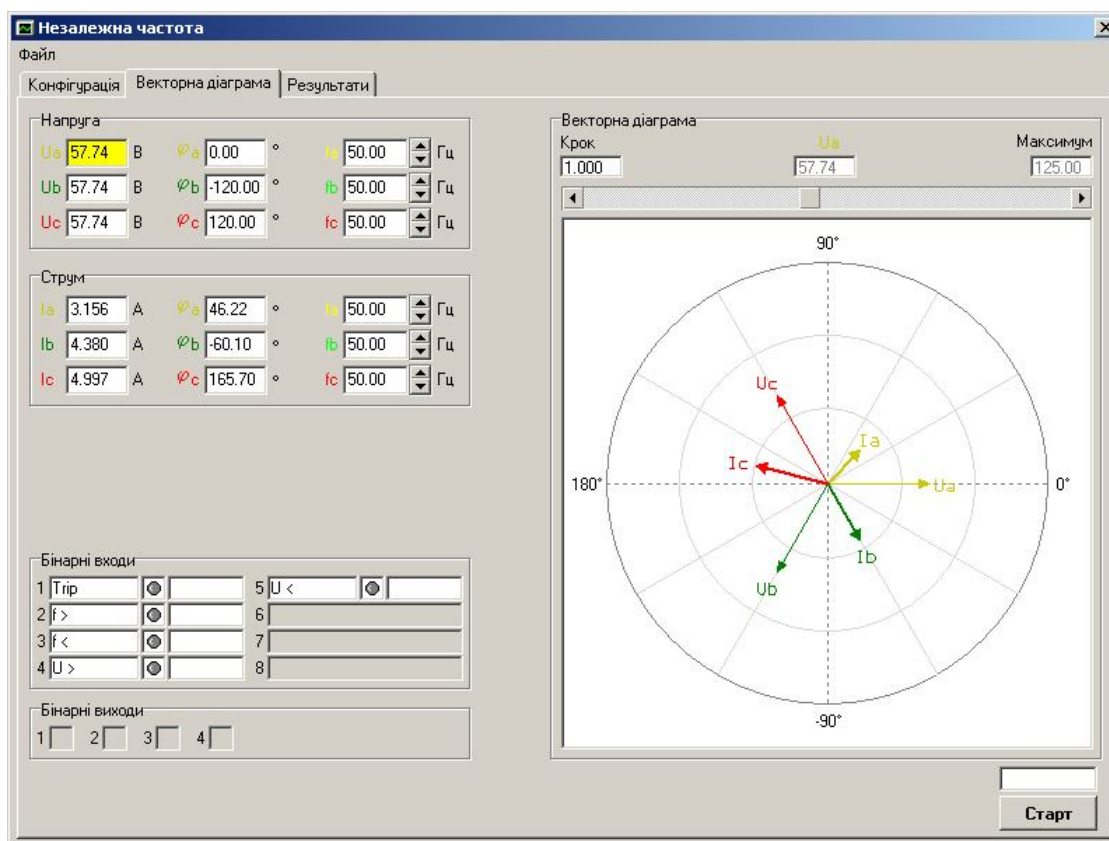


Рис. 8.2. Сторінка "Векторна діаграма"

На відміну від сторінки "Векторна діаграма", які застосовуються в інших модулях, на цій сторінці передбачена можливість в окремих полях задавати частоту гармонічного сигналу для кожного каналу струму та напруги. Значення частоти можна задавати безпосередньо у відповідних полях або змінювати значення частоти при допомозі стрілок, які розташовані справа біля відповідного поля. При цьому частота буде змінюватися дискретно з кроком, величина якого задається на сторінці "Конфігурація".

В інших полях задаються діючі значення величин напруг та струмів по окремих каналах та їх початкові фази. Механізм формування цих значень аналогічний іншим модулям.

В полі "Векторна діаграма" відображаються взаємні початкові положення всіх векторів.

Для генерування "ПРИСТРОЄМ" заданих сигналів необхідно натиснути кнопку "Старт".

В процесі генерування користувач може змінювати значення модулів, фаз та частот сигналів.

Зупинка генерування може здійснюватись вручну шляхом натиснення кнопки "Стоп", або у разі спрацювання ініціалізованого бінарного входу, який сконфігурований для режиму "Зупинка пристрою".

8.3. Сторінка "Результати"

Дана сторінка аналогічна такій самій сторінці модуля "Незалежне джерело" (див. п. 3.8. даної інструкції).

8.4. Перевірка реле частоти УРЧ-3М-С-02

Для перевірки реле частоти (далі "РЕЛЕ") зібрати схему (рис. 8.3).

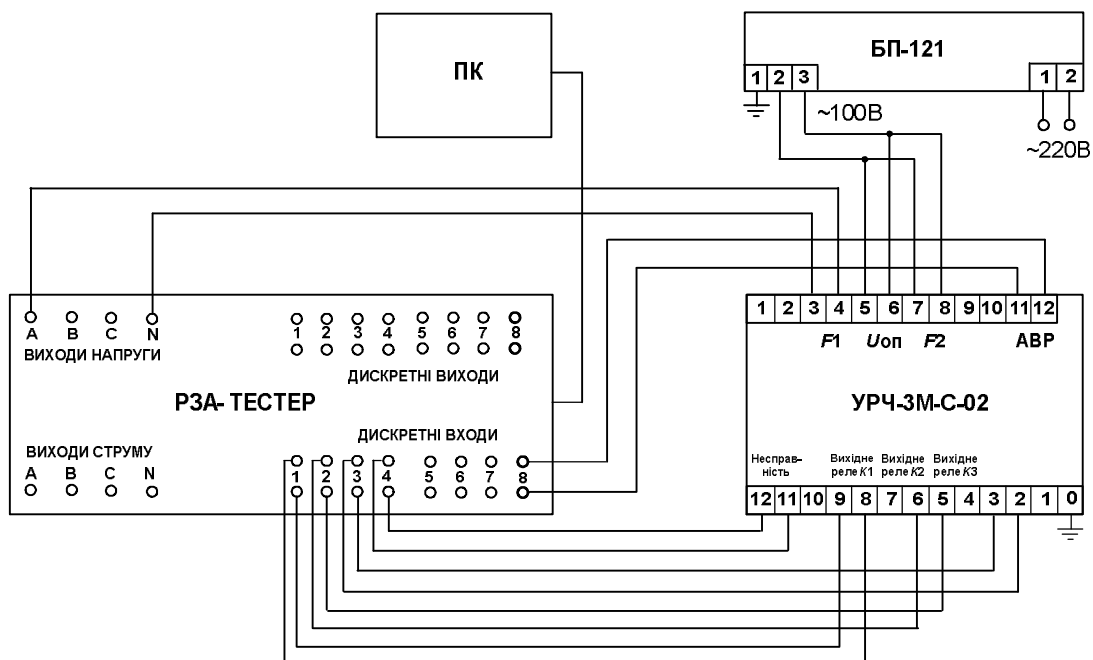


Рис. 8.3. Схема перевірки пристрою УРЧ-3М-С-02

Перевірка функціонування "РЕЛЕ" під час виконання функції АЧР здійснюється наступним чином:

1. На каналах "РЕЛЕ" задати уставки для функції АЧР згідно таблиці 8.1.

Таблиця 8.1. Значення уставок на каналах реле УРЧ-3М-С-02 для функції АЧР

Назва уставки	Значення уставок		
	Канал 1	Канал 2	Канал 3
Частота спрацювання, f_c , Гц	46,00	46,00	46,00
Частота повернення, $f_{пов}$, Гц	50,00	50,00	50,00
Час спрацювання, t_c , с	005,0	010,0	015,0
Час повернення, $t_{пов}$, Гц	015,0	010,0	005,0
Швидкість зміни частоти, L , Гц/с	L00,0	L00,0	L00,0

2. Задати *безперервний режим* (в цьому режимі контакти вихідного реле каналу залишаються в спрацьованому стані до відпрацювання уставок за поверненням (після відновлення частоти).
3. Від пристрою БП-121 подати на вхід "F2" "РЕЛЕ" напругу 100 В частотою 50 Гц, а від "ПРИСТРОЮ" на вхід "F1" "РЕЛЕ" подати напругу 100 ± 20 В частотою $(50 \pm 0,5)$ Гц.
4. Переконайтесь, що нормально розімкнені контакти реле вихідних кіл $K1$, $K2$, $K3$ знаходяться в неспрацьованому (розімкненому) стані. Для цього натиснути та відпустити кнопку "СБР" на передній панелі "РЕЛЕ". Стан цих контактів контролюється "ПРИСТРОЄМ". Зображення відповідних ламп сигналізації повинні світитись сірим кольором. Якщо контакти якогось з реле знаходяться в замкненому стані, то відповідна лампа сигналізації буде відображена червоним кольором.
5. Перевірка уставки "РЕЛЕ" за частотою спрацювання. Для цього від "ПРИСТРОЮ" здійснити плавну зміну частоти сигналу від 50 до 45 Гц. Переконайтесь, що спрацювали вимірні органи "РЕЛЕ", коли значення частоти досягнуло значення 46 Гц та нижче – на передній панелі "РЕЛЕ" світлодіоди "1", "2", "3" повинні засвітитись зеленим кольором. Після відпрацювання уставок за часом, відповідно через 5, 10, 15 с, світлодіоди повинні засвітитись червоним кольором. На сторінці "*Векторна діаграма*" модуля "*Незалежна частота*" зображення відповідних ламп сигналізації повинні відобразитись червоним кольором. Це свідчить про спрацювання всіх трьох вихідних реле $K1$, $K2$ та $K3$. Результати занести в таблицю 8.2. У відповідній клітинці таблиці поставити знак "+", якщо відповідний світлодіод світиться, "–", якщо світлодіод не світиться.
6. Перевірка уставки "РЕЛЕ" за частотою повернення. Для цього від "ПРИСТРОЮ" здійснити плавну зміну частоти сигналу від 45 до 52 Гц. Переконайтесь, що спрацювали вимірні органи "РЕЛЕ", коли значення частоти досягне значення 50 Гц та вище – на передній панелі "РЕЛЕ" світлодіоди "1", "2", "3" повинні засвітитись зеленим кольором. Після відпрацювання уставок за часом, відповідно через 5, 10, 15 с, світлодіоди "1", "2", "3" повинні погаснути. На сторінці "*Векторна діаграма*" модуля зображення відповідних ламп сигналізації повинні засвітитись сірим кольором. Це свідчить про повернення у вихідний стан всіх трьох вихідних реле $K1$, $K2$ та $K3$. Результати занести в таблицю 8.2.

Таблиця 8.2. Результати дослідження реле УРЧ-ЗМ-С-02 для функції АЧР

Діапазон зміни частоти $F1$, Гц	Стан нормально-розімкнених контактів вихідних реле каналів			Стан світлодіодів на реле (колір яким світиться)		
	$K1$	$K2$	$K3$	1	2	3
Від 50 до 46,1						
Від 45,9 до 45						
Від 45 до 49,9						
Від 50,1 до 52						

Перевірка функціонування "РЕЛЕ" для функції ЧАПВ здійснюється наступним чином:

1. На каналах "РЕЛЕ" задати уставки для функції ЧАПВ згідно таблиці 8.3.

Таблиця 8.3. Значення уставок на каналах реле УРЧ-3М-С-02 для функції ЧАПВ

Назва уставки	Значення уставок		
	Канал 1	Канал 2	Канал 3
Частота спрацювання, f_c , Гц	51,00	51,00	51,00
Частота повернення, $f_{пов}$, Гц	46,00	46,00	46,00
Час спрацювання, t_c , с	005,0	010,0	015,0
Час повернення, $t_{пов}$, Гц	015,0	010,0	005,0
Швидкість зміни частоти, L , Гц/с	L00,0	L00,0	L00,0

2. Задати *безперервний режим* виконання уставок реле вихідних кіл.

3. Від пристрою БП-121 подати на вхід "F2" "РЕЛЕ" напругу 100 В частотою 50 Гц, а на вхід реле "F1" від "ПРИСТРОЮ" подати напругу 100 ± 20 В частотою $(50 \pm 0,5)$ Гц згідно схеми рис. 8.3.

4. Переконайтесь, що нормально розімкнені контакти реле вихідних кіл $K1$, $K2$, $K3$ знаходяться в неспрацьованому (розімкненому) стані. Для цього натиснути та відпустити кнопку "СБР" на передній панелі реле. Стан контактів контролюється "ПРИСТРОЄМ" – зображення відповідних ламп сигналізації повинні світитись сірим кольором. Якщо контакти якогось з реле знаходяться в замкненому стані, то відповідна лампа сигналізації буде відображена червоним кольором.

5. Переконайтесь, що вимірні органи "РЕЛЕ" не спрацювали, коли частота досягне значення 51 Гц та вище. Для цього від "ПРИСТРОЮ" здійснити плавну зміну частоти сигналу від 50 до 52 Гц – на передній панелі "РЕЛЕ" індикація світлодіодів "1", "2", "3" повинна бути відсутня.

6. Перевірка уставки спрацювання вимірних органів ЧАПВ. Для цього від "ПРИСТРОЮ" здійснити плавну зміну частоти сигналу від 52 до 45 Гц, а потім збільшити частоту сигналу до 52 Гц. Переконайтесь, що спрацювали вимірні органи реле, коли значення частоти досягнуло значення 46 Гц – на передній панелі реле світлодіоди "1", "2", "3" повинні засвітитись зеленим кольором, що свідчить про спрацювання вимірних органів ЧАПВ. Після відпрацювання уставок за часом, відповідно через 5, 10, 15 с, світлодіоди повинні засвітитись червоним кольором, що свідчить про спрацювання реле вихідних кіл. В "ПРИСТРОЇ" зображення відповідних ламп сигналізації повинні засвітитись червоним кольором. Це свідчить про спрацювання трьох вихідних реле $K1$, $K2$ та $K3$. Результати занести в таблицю 8.4. У відповідній клітинці таблиці необхідно поставити знак "+", якщо відповідний світлодіод світиться або "-", якщо світлодіод не світиться.

7. Перевірка відпрацювання уставок "РЕЛЕ" за частотою повернення. Для цього необхідно змінювати частоту сигналу від "ПРИСТРОЮ" від 52 до 45 Гц. Коли значення частоти досягне значення 46 Гц, світлодіоди "1", "2", "3" повинні засвітитись зеленим кольором, що свідчить про спрацювання вимірних органів повернення ЧАПВ. Нормально розімкнені контакти трьох вихідних реле $K1$, $K2$ та $K3$ є в замкненому стані, а після відповідно 5, 10, 15 с світлодіоди "1", "2", "3" повинні загаснути, а контакти трьох вихідних реле $K1$, $K2$ та

КЗ повинні розімкнутись. Результати занести в таблицю 8.4. У відповідній клітинці таблиці поставити знак "+", якщо відповідний світлодіод світиться, "-", якщо світлодіод не світиться.

Таблиця 8.4. Результати дослідження реле УРЧ-ЗМ-С-02 для функції ЧАПВ

Діапазон зміни частоти $F1$, Гц	Стан нормально-розімкнених контактів вихідних реле каналів			Стан світлодіодів на реле (колір яким світиться)		
	$K1$	$K2$	$K3$	1	2	3
Від 50 до 52						
Від 52 до 45						
Від 45 до 50,9						
Від 51,1 до 52						
Від 52 до 46,1						
Від 45,9 до 45						

Перевірка видачі сигналу "ABP" здійснюється так:

1. На каналах "РЕЛЕ" задати уставки для перевірки функції АЧР згідно табл. 8.1.
2. Перемикачі напруги " $F1$ ", " $F2$ " на передній панелі "РЕЛЕ" встановити в положення "60 В" і "30 В" відповідно.
3. Встановити від "ПРИСТРОЮ" значення вихідної напруги (100 ± 20) В частотою ($45 \pm 0,5$) Гц.
4. Переконатися, що за наявності напруги контрольованої мережі на вході " $F1$ " "РЕЛЕ" нормально-розімкнені контакти реле сигналу "ABP" (контакти 11, 12 клемника "РЕЛЕ") знаходяться в розімкненому стані, на дисплеї "РЕЛЕ" відображається значення частоти контрольованої мережі 45 Гц, а світлодіоди "1", "2", "3" засвітилися червоним кольором відповідно через 5, 10, 15 с після подачі напруги контрольованої мережі з виходу "ПРИСТРОЮ" частотою 45 Гц.
5. Знизити значення напруги вихідного сигналу від "ПРИСТРОЮ" від 100 В до 50 В, переконатися, що при значенні напруги на вході " $F1$ " 50 В перестають світитись світлодіоди "1", "2", "3". На дисплеї "РЕЛЕ" відображається частота контрольованої мережі 50 Гц – відбулось перемикавання контролю частоти на вхід резервної мережі " $F2$ " частотою 50 Гц (від блоку живлення БП-121). Нормально розімкнені контакти реле сигналу "ABP" (контакти 11-12 клемника) повинні замкнутись.
6. Встановити перемикач уставки напруги " $F1$ " на передній панелі "РЕЛЕ" в положення "40 В". Переконатися, що на дисплеї "РЕЛЕ" відображається частота 45 Гц – сталося перемикавання контролю частоти на вхід основної мережі " $F1$ ". Відповідно через 5, 10, 15 с після подачі контрольованої мережі " $F1$ " червоним кольором повинні засвітитись світлодіоди "1", "2", "3" вихідних каналів "РЕЛЕ". Контакти "РЕЛЕ" сигналу "ABP" повинні розімкнутись.
7. Знизити значення напруги вихідного сигналу від "ПРИСТРОЮ" від 50 В до 35 В. Переконатися, що за напруги 35 В перестають світитись світлодіоди "1", "2", "3". На

дисплеї "РЕЛЕ" відображається частота мережі 50 Гц – перемикання контролю частоти на вхід резервної мережі "F2". Контакти "РЕЛЕ" сигналу "АВР" (контакти 11 – 12 клемника) замикаються.

9. МОДУЛЬ "ОСЦИЛОГРАФ"

9.1. Загальні положення

Модуль "Осцилограф" призначений для аналізу цифrogram, отриманих із цифрових пристроїв релейного захисту та автоматики як зарубіжних, так і вітчизняних фірм, а також цифrogram, створених при допомозі цифрових моделей.

На даний час модуль працює з протоколами обміну COMTRADE, IMSCOE, а також з інформацією, записаною в текстовому форматі. Надалі передбачена можливість роботи і з іншими протоколами обміну.

Запуск модуля "Осцилограф" здійснюється ініціалізацією команди "Осцилограф" меню "Модуль" (див. рис. 2.2).

9.2. Головне меню модуля

Після ініціалізації модуля на екран дисплея виводиться головне вікно модуля (рис. 9.1). Це вікно містить головне меню та палітру інструментів. За допомогою палітри інструментів можна виконувати найбільш вживані функції.

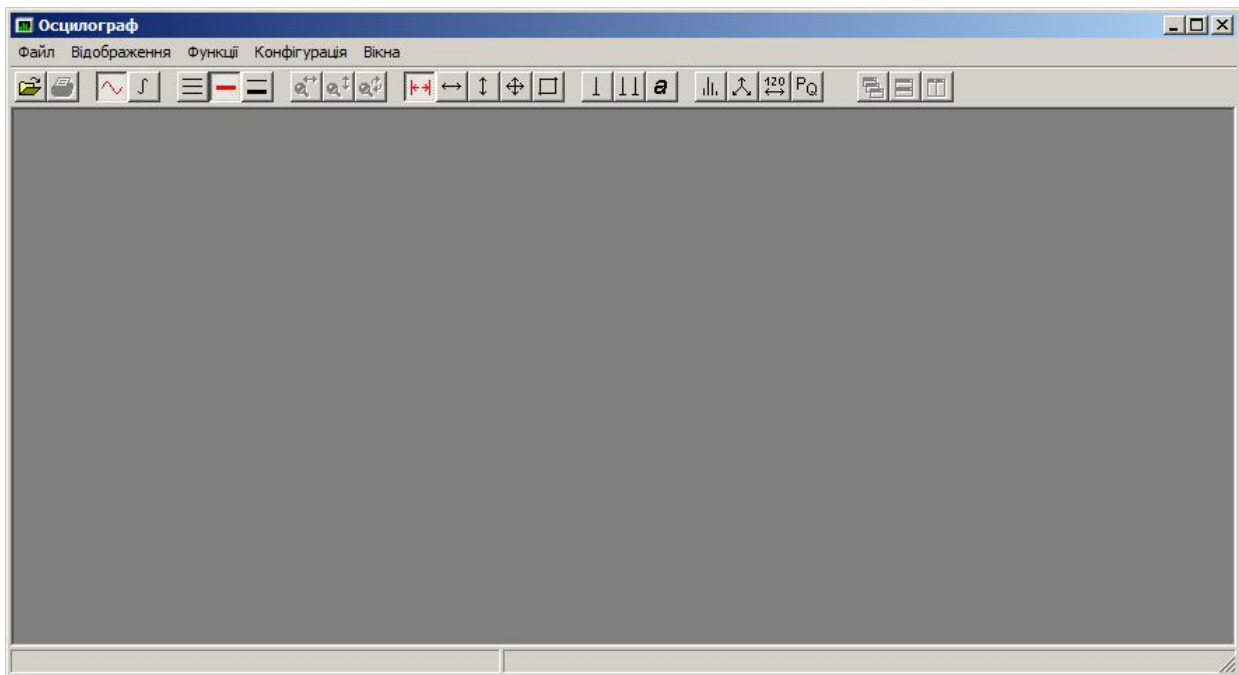


Рис. 9.1. Головне вікно модуля "Осцилограф"

Головне меню модуля містить наступні пункти:

- "Файл";
- "Відображення";
- "Функції";
- "Конфігурація";

- *"Вікна"*.

Кожен з цих пунктів дозволяє викликати підменю з переліком певних функцій та команд.

9.2.1. Меню "Файл"

Містить команди роботи з файлами даних та команди друку (рис. 9.2).

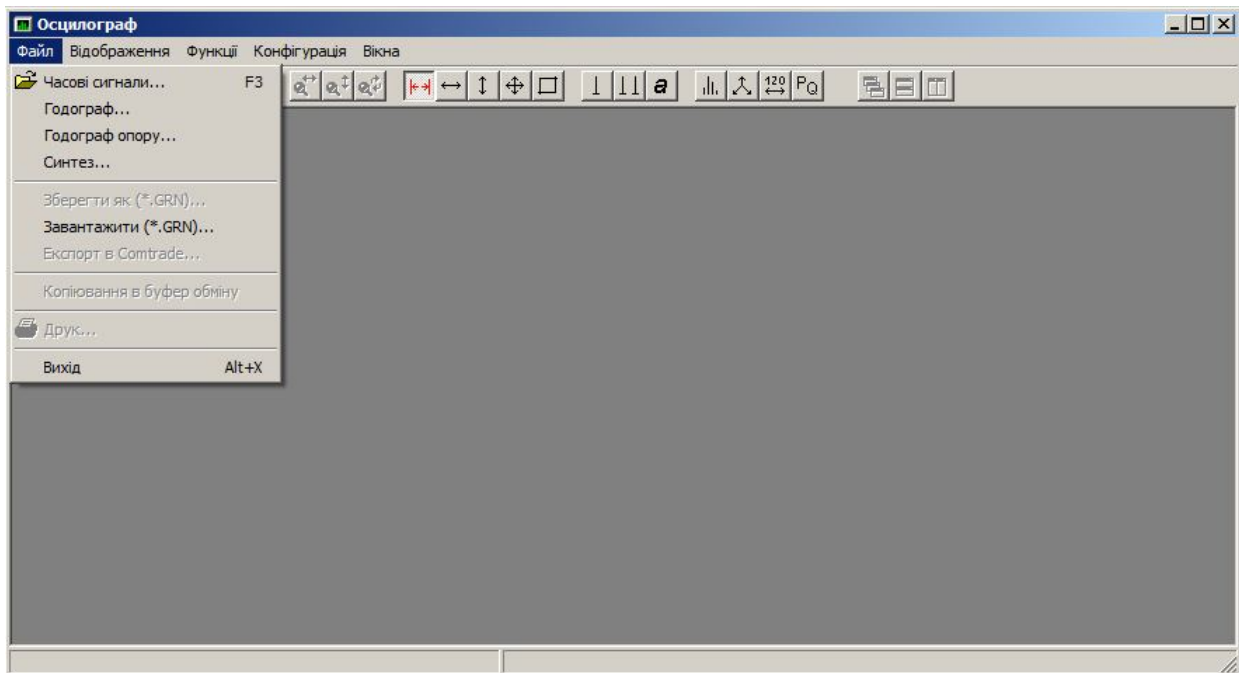


Рис. 9.2. Меню "Файл"

9.2.1.1. Команда "Часові сигнали"

При допомозі цієї команди здійснюється вибір файлу із цифрограмою. Після вибору команди *"Часові сигнали"* на екрані дисплея з'явиться діалогове вікно (рис. 9.3).

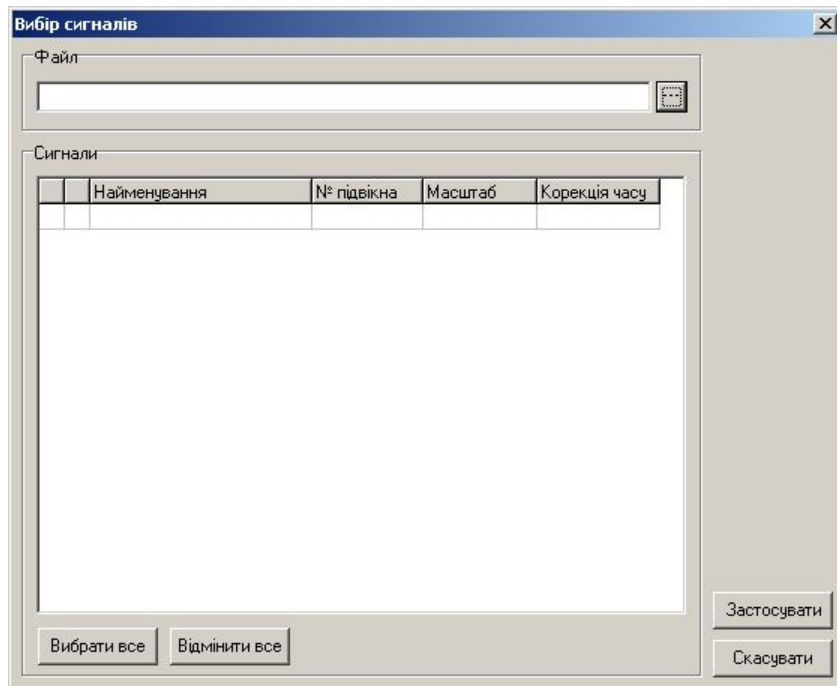



Рис. 9.3. Вікно вибору сигналів

Можна також виконати дану команду натисненням кнопки з піктограмою .

Для вибору файлу з цифрограмою необхідно в груповому полі "Файл" натиснути кнопку, розташовану в правій частині поля – на екрані монітора з'явиться вікно (рис. 9.4).

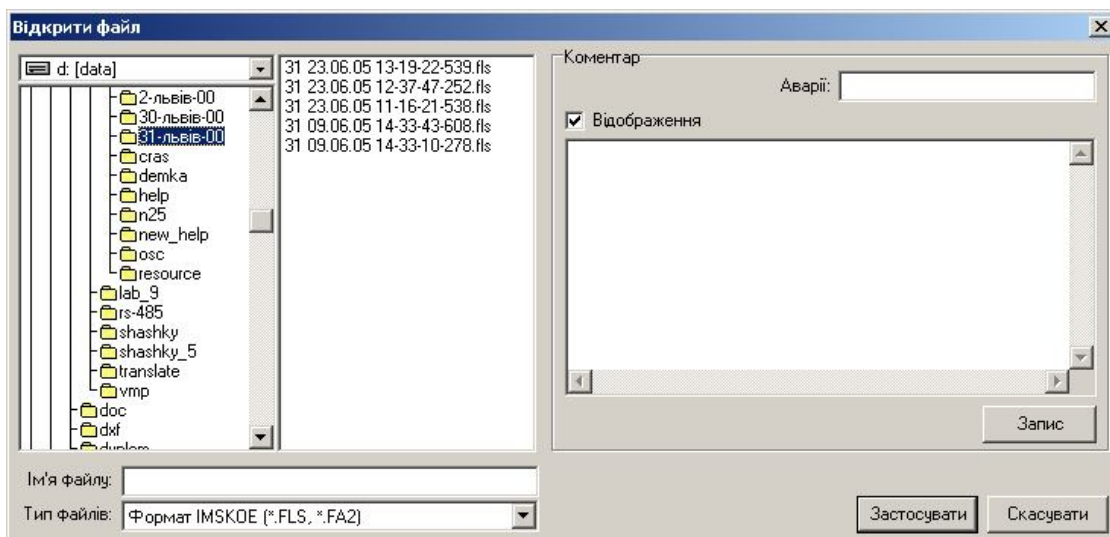


Рис. 9.4. Вікно вибору файлу

У вікні вибору файлу (див. рис. 9.4) в комбінованому полі "Тип файлів" є можливість задавати тип файлу, який відповідає конкретному формату запису інформації (рис. 9.5). Програма може працювати з наступними форматами запису цифрограм (типами файлів):

текстовий (*.TGR), COMTRADE (*.CFG, *.DAT), IMCKOE (*.FLS, *.FA2, *.EPK), RE (*.FG).

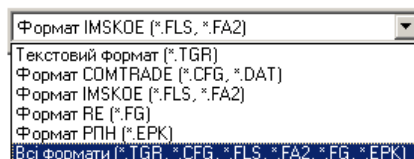


Рис. 9.5. Вибір типу файлу

Текстовий формат зберігання цифрограми (*.TGR) має наступну структуру: в першому рядку текст *"TGR"*, в другому рядку – назви координат (назва не повинна містити прогалів): на першому місці назва осі абсцис, наприклад, *"T"*, далі через прогалів назви координат, які виводяться по осі ординат. Кількість координат не лімітується. В наступних рядках вводяться числові значення абсциси та координат, кількість яких відповідає кількості назв, заданих в попередньому рядку. Всі значення повинні розділятися прогалами. Наприклад:

TGR

T	UA	UB	UC	IA	IB	IC
0.0000	12000	2000	-100000	-45	-5.0	50.0
0.0002	12005	2005	-100010	-47	-4.9	51.9
.....						
0.1000	14005	-1003	100010	-56	-5.7	50.3

Задавши тип файлу та, вибравши з диску потрібний файл, необхідно натиснути кнопку **"Застосувати"** (див. рис. 9.4) – у вікні (див. рис. 9.3) відобразиться інформація про сигнали вибраної цифрограми, наприклад, рис. 9.6.

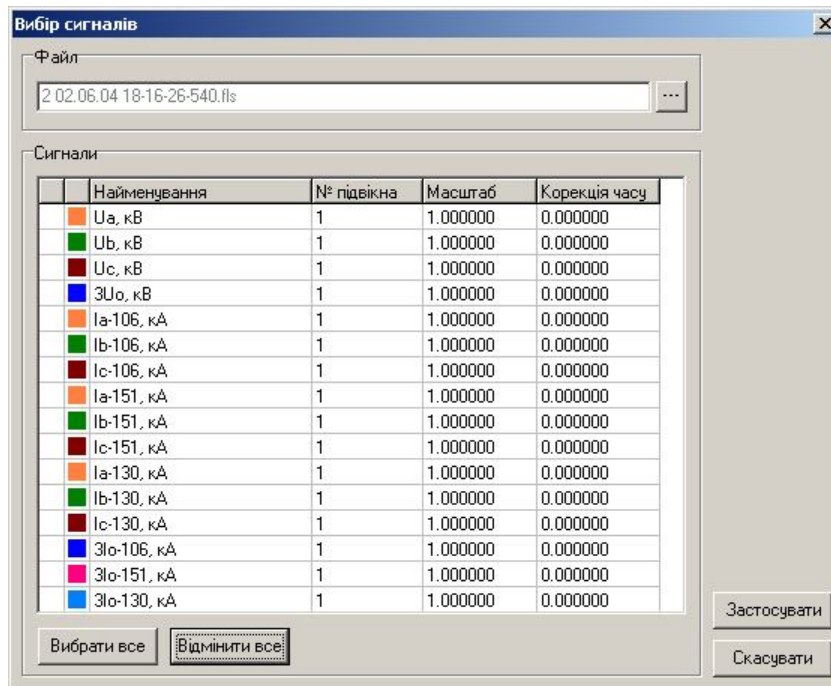


Рис. 9.6. Вибір сигналів цифрограми

В правій частині вікна вибору файлу (див. рис. 9.4) можна записувати коментар, якісь особливості, характерні для вибраного файлу. Це дає можливість полегшувати пошук потрібного файлу на диску, особливо, коли їх є велика кількість. Після вводу коментаря необхідно натиснути кнопку **"Запис"** – при цьому створиться файл з розширенням *.СМТ з іменем файлу відповідної цифрограми.

В груповому полі діалогового вікна (див. рис. 9.6) виводиться назва файлу, в якому зберігається цифрограма. У груповому полі **"Сигнали"** в табличній формі виводиться інформація про сигнали цифрограми. Якщо у списку є більше 16 сигналів, то для їх перегляду можна скористатись вертикальним скролінгом.

З цією інформацією можна здійснювати наступні підготовчі операції.

В 1-му стовпці таблиці можна здійснювати активізацію окремих сигналів цифрограми, тобто за допомогою незалежного перемикача відмічати лише ті сигнали, які будуть у подальшому використовуватись для аналізу. Натиснувши кнопку **"Вибрати все"**, активізуються всі сигнали цифрограми. Натиснувши кнопку **"Відмінити все"** активізація всіх сигналів відмінюється.

У 2-му стовпці задаються кольори, якими будуть відображатись сигнали на екрані дисплея. Ці кольори по замовчуванню визначені в конфігурації графіки (команда **"Конфігурація"** меню **"Конфігурація"**). Детально про дану команду див. п. 9.2.4.1.

Для зміни кольору сигналу необхідно клацнути у полі кольору – на екрані з'явиться стандартне діалогове вікно WINDOWS вибору кольору, за допомогою якого можна задати бажаний колір (рис. 9.7).

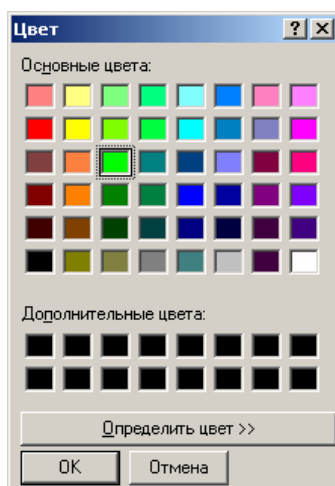


Рис. 9.7. Вибір кольору відображення сигналів

У 3-му стовпці *"Найменування"* виводяться назви сигналів цифрограми. Ця інформація записується безпосередньо в цифровому пристрої РЗА і в даному полі змінюватись не може.

В 4-му стовпці *"Номер підвікна"* задаються номери підвікон відображення сигналів (відображення сигналів цифрограми здійснюється в окремих підвікнах, розташованих в загальному вікні). В нульовому наближенні передбачена можливість відображення всіх сигналів в одному підвікні (заданий номер 1). Якщо є необхідність, то можна задати інші номери підвікон для виводу окремих сигналів. Для цього у відповідній комірці 4-го стовпця необхідно ввести потрібний номер підвікна відображення сигналів. Таким чином створиться задана користувачем конфігурація відображення сигналів у підвікнах.

В 5-му стовпці задається масштаб сигналу по осі ординат. По замовчуванню у цьому стовпці задана одиниця, тобто всі сигнали цифрограми виводяться в вікнах у вигляді, як вони зберігаються в файлі з цифрограмою. Для зміни масштабу (наприклад, коли в одному вікні потрібно вивести сигнали, які суттєво відрізняються між собою за величиною) необхідно в 5-му стовпці ввести потрібний масштаб, тобто число, яке вказує, у скільки разів збільшиться (зменшиться) відображення даної координати у вікні. Всі операції пов'язані з аналізом сигналів будуть враховувати задані зміни. Для того, щоб користувач не забував про внесені ним зміни щодо масштабування, вони відображаються в червоній рамці (крім одиниці). Слід пам'ятати, що масштабування відноситься тільки до відображення сигналів у вікнах. В файлах з цифрограмами ніяких змін не відбувається.

В 6-му стовпці *"Корекція часу"* передбачена можливість здійснювати відносний зсув відображених сигналів цифрограми в часі. По замовчуванню вивід усіх сигналів передбачається без зсуву – у всіх комірках 6-го стовпця задане значення 0,00. Для відносного часового зсуву окремих сигналів необхідно у відповідній комірці ввести значення часу відносного зсуву сигналу в секундах. Як і в попередньому випадку, всі значення в 6-му стовпці, відмінні від нуля, відображаються в червоній рамці і будуть враховані під час аналізу відображених сигналів.

Слід пам'ятати, якщо в файлі з цифрограмою, записаною в форматі COMTRADE, є інформація про відносний зсув кожного сигналу, то ця корекція автоматично виводиться в 6-му стовпці і враховується під час відображення сигналів на екрані дисплея.

Для прикладу, з загальної кількості сигналів для аналізу, виберемо три фазні напруги U_a , U_b , U_c , три фазні струми I_a-134 , I_b-134 , I_c-134 , які потрібно вивести в першому підвікні та напругу нульової послідовності $3U_0$, яку потрібно вивести в другому підвікні. При цьому, для струмів задамо коефіцієнт масштабування – 100. Тоді вікно вибору сигналів буде мати вигляд, рис. 9.8.

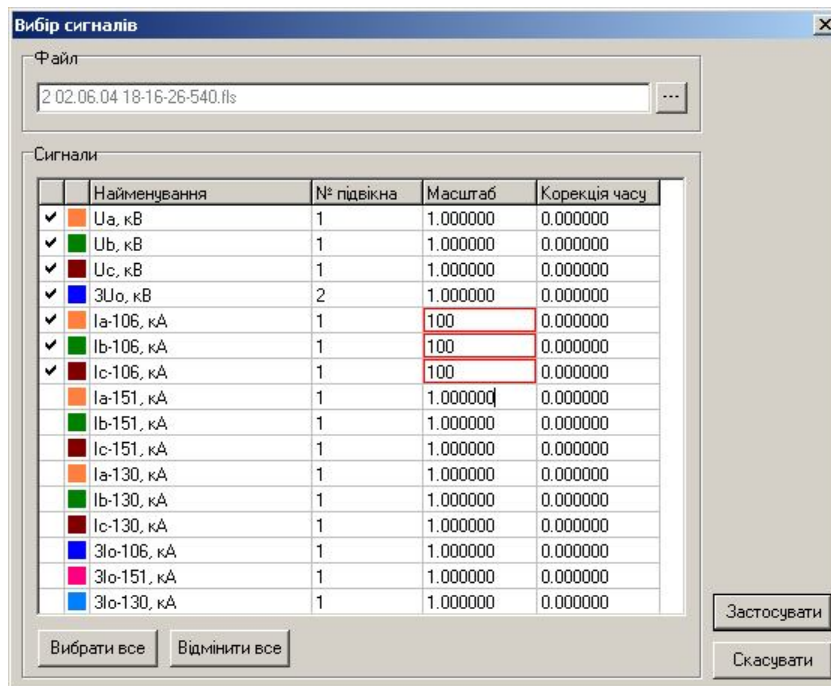


Рис. 9.8. Приклад вибору сигналів цифрограми

Після виконання підготовчих операцій у вікні вибору сигналів для відображення, необхідно натиснути кнопку "Застосувати" – на екрані дисплея з'явиться вікно з вибраними сигналами (рис. 9.9).

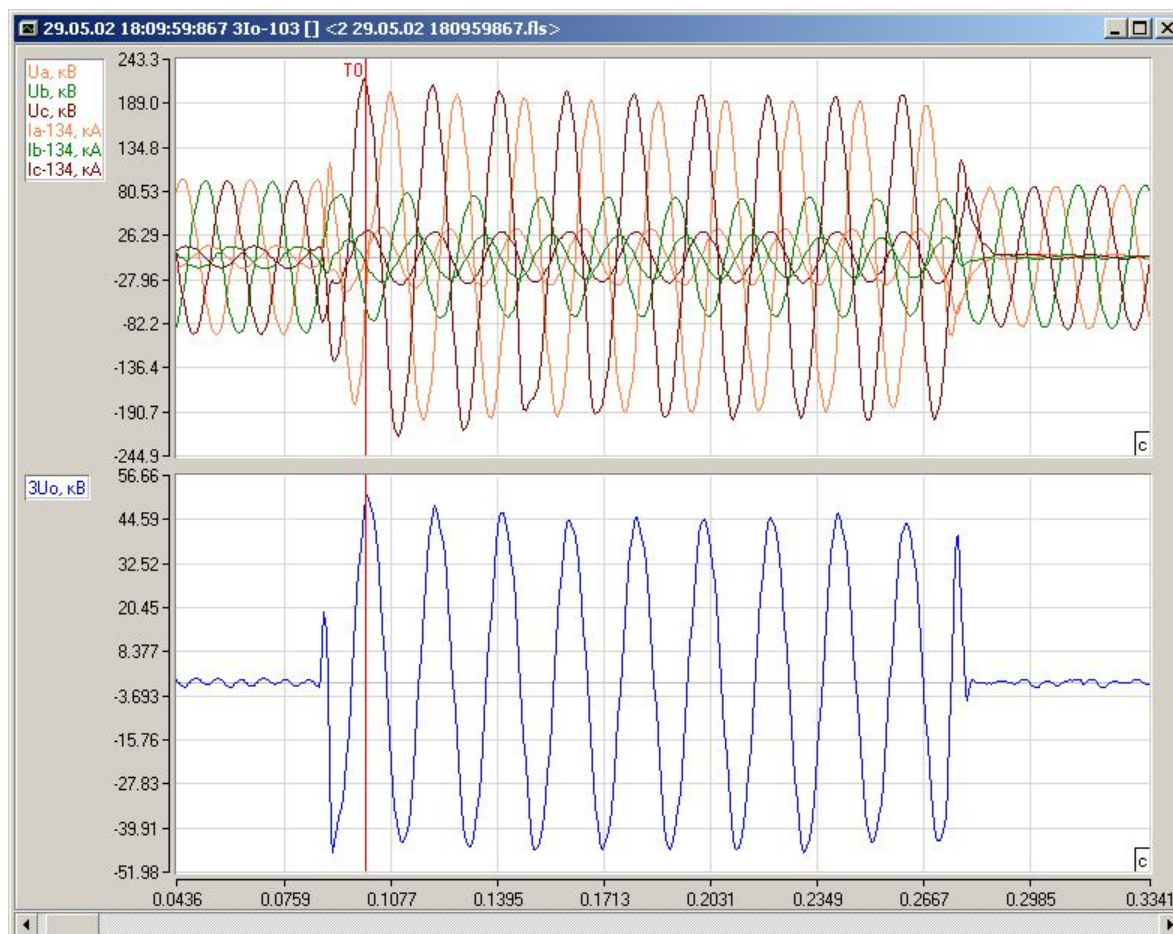


Рис. 9.9. Відображення сигналів цифрограми

9.2.1.1.1. Локальне меню вікна відображення сигналів

Деякі операції з відображеними у вікні сигналами можна виконувати за допомогою локального меню, яке викликається у полі відображення шляхом натиснення правої клавіші "миші" – на екрані дисплея виведеться локальне меню з переліком команд (рис. 9.10):

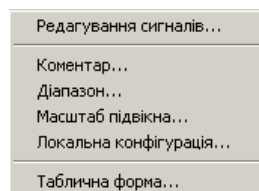


Рис. 9.10. Локальне меню вікна відображення сигналів

9.2.1.1.2. Команда "Редагування сигналів"

Після активізації даної команди на екрані дисплея з'явиться вікно, наведене на рис. 9.6. За допомогою цього вікна можна змінити вибір сигналів, задати номер підвікна відображення сигналів, змінити коефіцієнт масштабування чи величину зміщення по часу.

9.2.1.1.3. Команда "Коментар"

Після активізації цієї команди на екрані дисплея з'явиться вікно (рис. 9.11), в якому можна записувати коментарі, якісь особливості, притаманні вибраній цифрограмі.

Коментар вводиться в полі редагування *"Коментар"* і після натиснення кнопки **"Застосувати"** записується в окремий файл. Цей коментар буде також відображатися у вікні вибору файлу (див. п. 9.4).

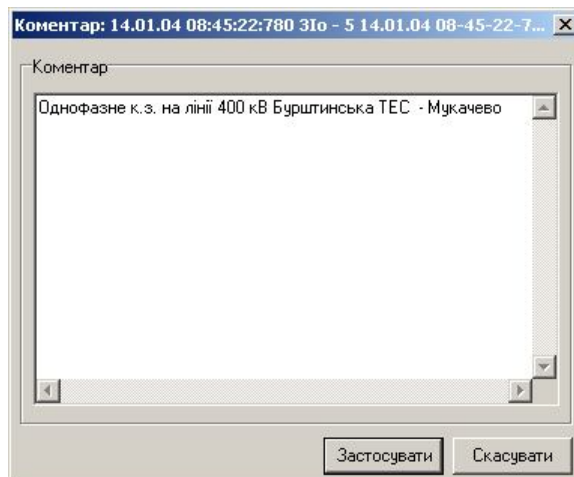


Рис. 9.11. Вікно для запису коментаря

9.2.1.1.4. Команда "Діапазон"

Після активізації даної команди на екрані дисплея з'явиться діалогове вікно (рис. 9.12).

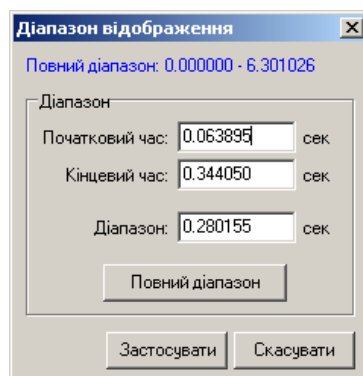


Рис.9.12. Вікно вибору діапазону відображення

В верхній частині цього вікна відображається повний діапазон за часом сигналів цифрограми. Нижче у двох полях редагування можна внести початковий та кінцевий моменти часу відображення сигналів цифрограми у вибраному вікні. Якщо помилково користувач введе час, який є за межами повного діапазону, то програма автоматично встановить граничний діапазон. В полі *"Діапазон"* відобразиться різниця кінцевого та початкового часів. Після встановлення бажаного початкового та кінцевого часів необхідно

натиснути кнопку **"Застосувати"** – у вікні відобразяться сигнали на вибраному часовому діапазоні.

9.2.1.1.5. Команда "Масштаб підвікна"

Після активізації даної команди на екрані дисплея з'явиться вікно (рис. 9.13).

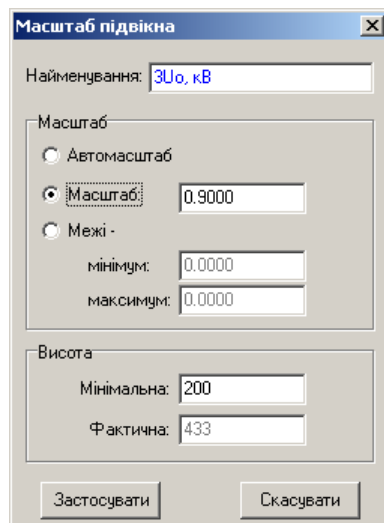


Рис.9.13. Вікно вибору масштабу

У цьому вікні в полі *"Найменування"* відображається назва першого сигналу вибраного підвікна відображення сигналів.

У груповому полі *"Масштаб"* задається режим масштабування сигналів у підвікні відображення. Можливі наступні режими:

- **автомасштаб.** Відображення сигналів автоматично масштабується за висотою підвікна відображення;
- **масштаб.** У відповідному полі задається коефіцієнт масштабування, згідно якого здійснюється масштабування сигналів у підвікні відображення;
- **межі.** У полях задаються мінімальна та максимальна межі відображення сигналів.

У груповому полі *"Висота"* в полі редагування *"Мінімальна"* задається мінімальна висота підвікна в пікселях. А в полі *"Фактична"* відображається реальна висота підвікна. Ця висота розраховується в залежності від кількості підвікон та висоти загального вікна. Фактична висота не може бути менша ніж задана мінімальна. У випадку якщо підвікна з заданою мінімальною висотою не поміщаються у загальному вікні, з'являється вертикальний скролінг для перегляду підвікон.

Після внесення потрібних змін необхідно натиснути кнопку **"Застосувати"**.

9.2.1.1.6. Команда "Локальна конфігурація"

Після активізації даної команди на екрані дисплея з'явиться вікно (рис. 9.14). При допомозі даної команди можна здійснювати зміну конфігурації осей абсцис та ординат, графіку та деякі загальні установки.

Детально робота з конфігурацією описана в п. 9.2.4. Команда "Конфігурація".

Слід пам'ятати, що команда "Локальна конфігурація" на відміну від команди "Конфігурація" з головного меню відноситься тільки до активного вікна з сигналами цифrogramи!

Деякі параметри можуть бути відсутні в локальній конфігурації на відміну від загальної конфігурації. Це залежить від типу сигналів, наприклад, часові сигнали, годограф, гістограма гармонічного аналізу, симетричні складові тощо.

Рис. 9.14. Локальна конфігурація

9.2.1.1.7. Команда "Таблична форма"

Після активізації даної команди здійснюється відображення в таблиці (рис. 9.15) в цифровій формі всіх сигналів цифрограми, які є у вікні на вибраному часовому діапазоні.

Формування таблиці здійснюється в наступній формі: в першому стовпці записуються значення часу, а в наступних стовпцях записуються значення сигналів цифрограми.



T, сек	U-A, кВ	U-B, кВ	U-C, кВ
0.0538	92.6177	236.3911	-324.9384
0.0544	39.2619	273.5700	-309.2246
0.0549	-13.0873	302.9802	-284.5315
0.0554	-66.4431	322.9569	-251.4203
0.0559	-116.7788	334.6100	-211.5747
0.0564	-166.1078	338.4943	-164.9946
0.0569	-212.4167	335.7198	-115.6085
0.0574	-253.6920	325.1765	-63.4163
0.0579	-286.9135	305.7547	-10.6629
0.0585	-312.0814	276.8995	42.6517
0.0590	-328.1888	239.7206	94.2826
0.0595	-335.2358	195.3279	144.7912
0.0600	-336.2425	146.4959	191.9325
0.0605	-329.1955	94.8894	234.5842
0.0610	-314.0948	41.6182	270.5014

Рис. 9.15. Відображення сигналів в табличній формі

У вікні табличної форми за допомогою локального меню (рис. 9.16), можна здійснювати ряд операцій з інформацією, яка відображена в таблиці.

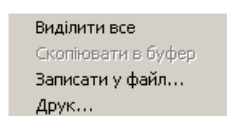


Рис. 9.16. Локальне меню табличної форми

За допомогою команди "Виділити все" можна виділити весь текст у вікні, а після цього за допомогою команди "Скопіювати в буфер" скопіювати цей текст в буфер обміну інформацією для подальшого використання, наприклад, в системі Microsoft Word. Можна також виділити фрагмент тексту за допомогою маніпулятора "миша". Слід пам'ятати, що команда "Скопіювати в буфер" буде доступною тільки після виділення тексту. Команда "Записати у файл" використовується для запису інформації у файл в форматі *.RTF, текстовому форматі *.TXT, форматі Microsoft Excel *.XLS, форматі TGR *.TGR. Після активізації цієї команди відкриється стандартне діалогове вікно запису файлу, в якому необхідно задати диск, каталог, ім'я та тип файлу, в якому буде збережена інформація. Команда "Друк" дозволяє вивести на друк інформацію, відображену у таблиці.

9.2.1.2. Команда "Годограф"

Використання цієї команди дає можливість здійснювати побудову залежності зміни одного сигналу від іншого в часі. Тобто, відображенням її є годограф, побудований в Декартовій системі координат, ординатою та абсцисою якої є сигнали, а відображення точок годографа здійснюється в часі.

Після активізації даної команди на екран дисплея виводиться діалогове вікно (рис. 9.17).

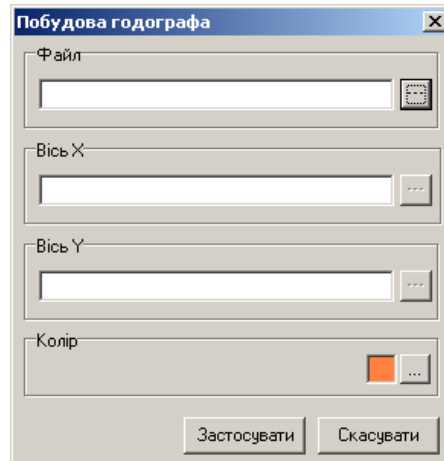


Рис. 9.17. Побудова годографа

Для побудови годографа в груповому полі "Файл" необхідно вибрати файл з потрібною цифрограмою.

Після вибору файлу, необхідно зі списку сигналів вибрати потрібні сигнали для осі X та осі Y. Для цього потрібно скористатись кнопками у відповідних групових полях "Вісь X" та "Вісь Y" (див. рис. 9.17) – на екрані з'явиться діалогове вікно з переліком сигналів цифрограми (рис. 9.18). З переліку сигналів необхідно вибрати потрібний та натиснути кнопку "Застосувати" – назва вибраного сигналу відобразиться у відповідному полі діалогового вікна "Побудова годографа".

В діалоговому вікні (див. рис. 9.17) передбачена також можливість в груповому полі "Колір" задавати колір відображення годографа.

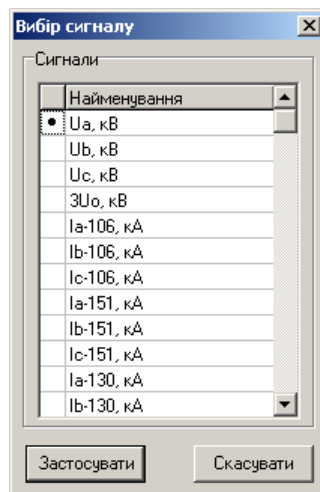


Рис. 9.18. Вибір сигналу для побудови годографа

Після всіх виконаних операцій необхідно у діалоговому вікні (див. рис. 9.17) натиснути кнопку "Застосувати" – сформується зображення годографа (рис. 9.19).

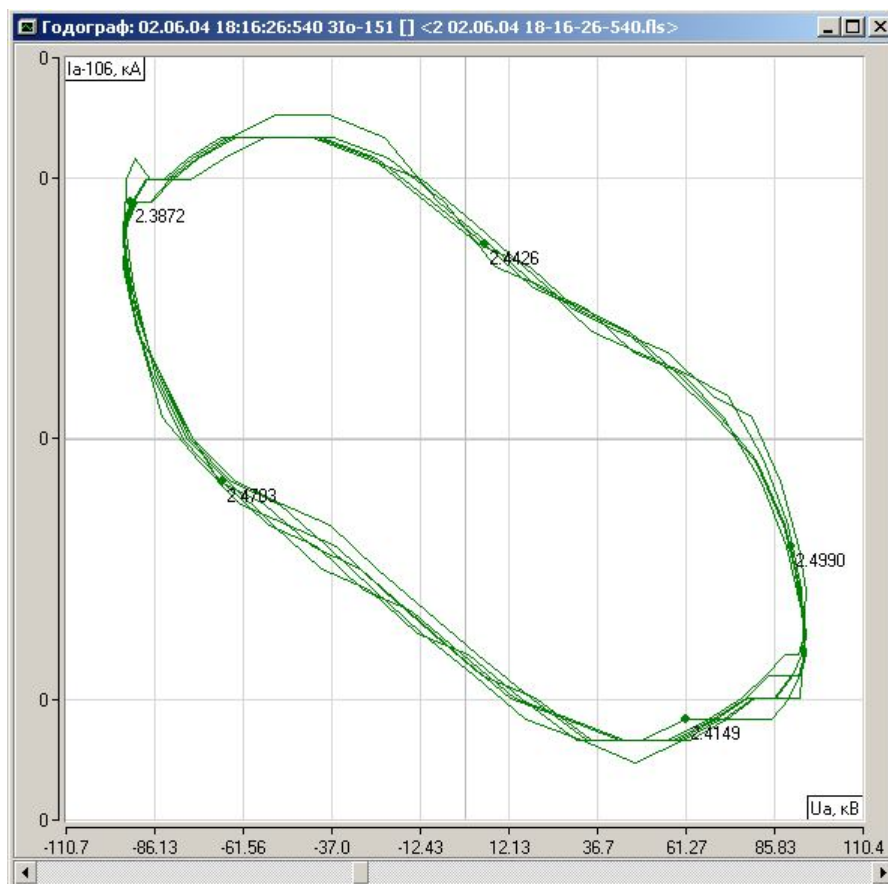


Рис. 9.19. Приклад побудови годографа

Слід пам'ятати, що побудова годографа буде здійснюватися тільки після вибору сигналів по осі X та по осі Y .

З годографом у вікні відображення можна здійснювати деякі операції за допомогою локального меню (рис. 9.20).

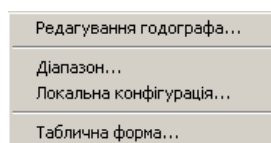


Рис. 9.20. Локальне меню вікна відображення годографа

Команда "Редагування годографа" дозволяє змінювати колір відображення годографа. Можна також змінювати часовий діапазон відображення годографа. Для цього необхідно скористатися командою "Діапазон". При активізації цієї команди відкриється діалогове вікно (рис. 9.21), у якому можна задавати у відповідних полях редагування початкове та кінцеве значення часу відображення. Якщо необхідно відобразити годограф для повного діапазону, необхідно натиснути кнопку "Повний діапазон". Також передбачена можливість у груповому полі "Третя координата" задавати режим відображення точок часу на годографі активізувавши незалежний перемикач "Відображення точок часу",

кількість яких задається у полі редагування *"Кількість точок часу"*. Ці точки часу будуть рівномірно розподілятися на вибраному діапазоні часу.

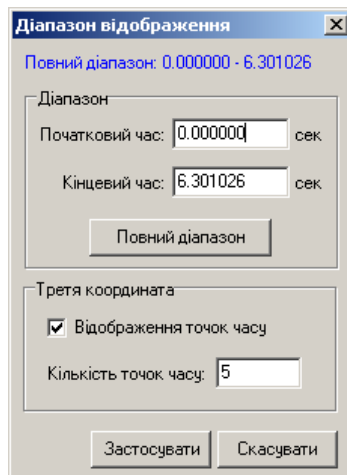


Рис. 9.21. Діалогове вікно діапазону відображення годографа

Команда *"Таблична форма"* реалізується аналогічно, як і для часових сигналів (див. п. 9.2.1.1.9).

9.2.1.3. Команда "Годограф опору"

Використання цієї команди дає можливість здійснювати побудову зміни повного опору в часі. Відображенням зміни повного опору є крива, побудована в Декартовій системі координат, ординатою та абсцисою якої є реактивне та активне значення опору, які змінюються в часі. В цій самій системі координат передбачена можливість вивести зображення заздалегідь побудованих зон спрацювання вимірних органів дистанційного захисту.

Після активізації даної команди на екран дисплея виводиться діалогове вікно (рис. 9.22).

Для побудови годографа опору необхідно у груповому полі *"Файл"* вибрати файл з цифрограмою, а в групових полях *"Напруга"*, *"Струм"* задати відповідно сигнали напруги та струму. В груповому полі *"Параметри"* додатково передбачена можливість задавати похибку за струмом та колір відображення годографа. Похибка за струмом задається для того, щоб годограф опору не будувався для відрізків часу, де відсутній струм. Ця похибка визначається експериментальним шляхом. Виділяється сигнал зміни струму на часовому відрізку, де його значення повинні бути рівні нулю (наприклад, безструмова пауза АПВ, вимкнення вимикача захистом тощо), але є якесь значення струму за рахунок шумів. Визначається максимальне значення цього струму, збільшується на 10 – 20% і задається у відсотках від максимального значення в полі редагування *"Точність за струмом для $Z=U/I$ (% I_{max})"*. При побудові годографа опору на часових відрізках, де струм менший заданої похибки, годограф будуватись не буде – він буде мати розриви. В полі редагування *"Кут лінії"* задається значення кута лінії, яке використовується при визначенні відносної похибки зон спрацювання.

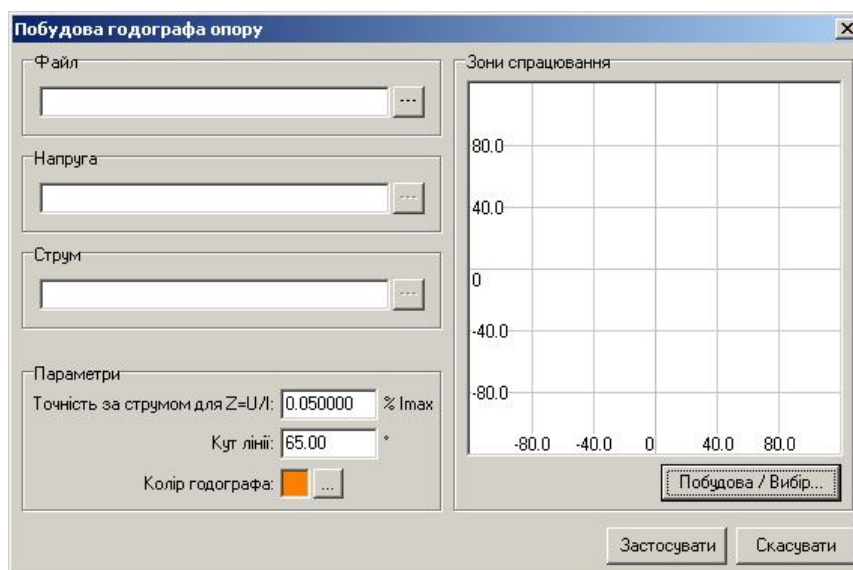


Рис. 9.22. Побудова годографа опору

У груповому полі "Зони спрацювання" діалогового вікна (див. рис. 9.22) можна побудувати характеристики вимірних органів дистанційного захисту.

9.2.1.4. Побудова (вибір) зон спрацювання

Вибір зон спрацювання чи побудова нових зон здійснюється шляхом натиснення кнопки **"Побудова / Вибір"** в полі "Зони спрацювання" (див. рис. 9.22). Детально про команду вибору та побудови характеристик вимірних органів дистанційних захистів описано в п. 4.5.8.

Додатково у діалоговому вікні "Зони спрацювання ступеней захисту" є кнопки **"Зберегти"** та **"Завантажити"**, за допомогою яких можна зберігати у бібліотеці, а пізніше завантажувати з неї сформовані зони спрацювання.

Приклад побудови годографа зміни опору під час однофазного к.з. сумісно із зоною спрацювання наведений на рис. 9.23.



Рис. 9.23. Приклад побудови годографа опоры під час однофазного к.з. на лінії

З годографом опоры у вікні можна здійснювати, подібно як і з часовими цифрограмами, деякі операції – змінювати діапазон відображення, змінювати характер відображення у вікні, кольори тощо. Для цього курсор необхідно встановити в полі відображення характеристики та натиснути праву клавішу "миші" – з'явиться локальне меню, через яке можна здійснювати ці операції (рис. 9.24).

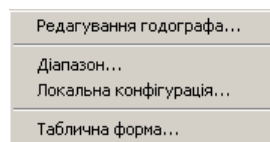


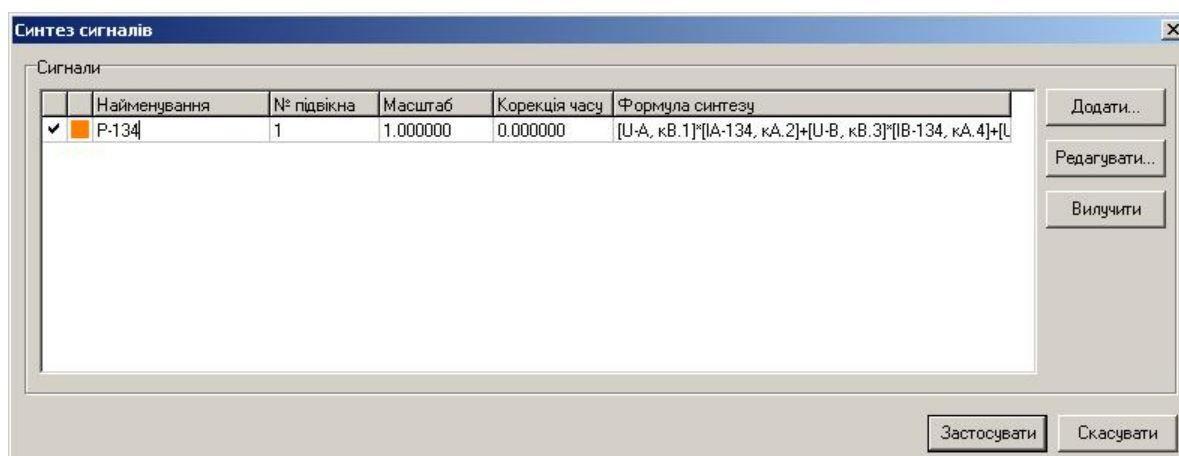
Рис. 9.24. Локальне меню вікна годографа опоры

Можна також змінювати часовий діапазон відображення годографа безпосередньо у вікні. Для цього необхідно за допомогою курсора "миші" зафіксувати початковий та кінцевий часи відображення, після чого на екрані відобразиться частина годографа на вибраному часовому відрізку.

9.2.1.5. Команда "Синтез"

Ця команда дозволяє з сигналами цифрограми здійснювати деякі математичні операції. Це дозволяє синтезувати зміну в часі величин, які безпосередньо не записані у вигляді сигналів, але які можна отримати безпосередньо з фазних напруг та струмів, наприклад, активна потужність, реактивна потужність, напруга та струм нульової послідовності тощо.

Після активізації даної команди на екрані монітора з'явиться вікно (рис. 9.25). В полі "Сигнали" виводиться список всіх синтезованих сигналів.



шляхом натиснення кнопки **"Сигнал"** – з'явиться вікно у якому необхідно вибрати потрібний сигнал з файлу (рис. 9.27).

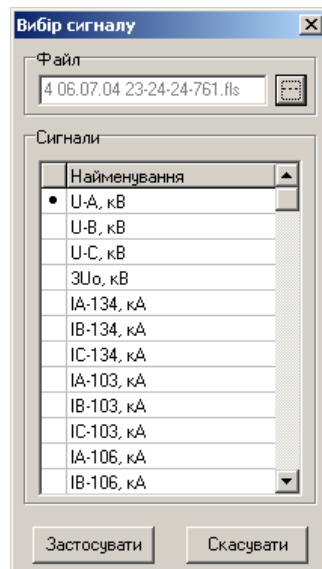


Рис. 9.27. Вибір сигналу для синтезу

Після вибору в полі *"Формула синтезу"* (див. рис. 9.26) відобразиться назва вибраного сигналу. З вибраним сигналом (сигналами) можна здійснювати певні операції, користуючись функціональними кнопками (див. рис. 9.26). Вибрана операція відобразиться в полі редагування *"Формула синтезу"*. Формула синтезу формується за певними правилами. Операції "+", "-", "*", "/" повинні мати два операнда (зліва та справа). У випадку, коли два операнди є часовими сигналами, результуючий сигнал отримується шляхом здійснення вибраної операції відповідних координат за часом (сигнали повинні бути ідентичні за часовими характеристиками – однаковий часовий діапазон та крок). Якщо один з операндів є скалярна величина, тоді результуючий сигнал отримується шляхом здійснення операції зі скалярною величиною і з кожною координатою сигналу. Для піднесення до степені ("^") необхідно задати спочатку один операнд, далі символ піднесення до степені і значення степені. Степенем може бути будь-яке дійсне число. Використання складних функцій "SIN", "COS", ..., "INTEGRAL" передбачає передачі аргументу у круглих дужках. Аргументом може бути як скалярний вираз, так і сигнал. Формування синтезованого сигналу здійснюється з врахуванням пріоритетів виконання математичних операцій. Формулу синтезу можна редагувати в полі *"Формула синтезу"*, як вручну, так і використовуючи відповідні функціональні кнопки, за винятком назви вибраного сигналу. У випадку невірно сформованого виразу, після натиснення кнопки **"Застосувати"**, програма видасть повідомлення про характер помилки, а в таблиці синтезованих сигналів (див. рис. 9.25) вираз буде відображений в червоній рамці і реалізуватися не буде. Для виправлення помилки необхідно скористатися кнопкою **"Редагувати"** і у вікні (див. рис. 9.26) необхідно внести відповідні корективи.

Для вилучення синтезованого сигналу зі списку (див. рис. 9.25) необхідно скористатись кнопкою **"Вилучити"**.

Слід пам'ятати, що командою *"Синтез"* можна скористатися для відображення в одному вікні сигналів з різних файлів і записаних різними пристроями. Сигнали можуть бути різною дискретністю та з різними часовими діапазонами.

Після завершення формування синтезованих сигналів необхідно натиснути кнопку **"Застосувати"** – синтезовані сигнали будуть відображені у вікні. З синтезованими сигналами можна здійснювати ті ж операції, що і зі звичайними часовими сигналами.

Для збереження синтезованих сигналів у файлі можна скористатися командою *"Експорт в COMTRADE"* (див. п. 9.2.1.8). Також можна відобразити сигнали в табличній формі, скориставшись відповідною командою локального меню, з наступним збереженням у файлі (див. п. 9.2.1.1.7).

9.2.1.6. Команда "Зберегти як (*.GRN)"

Ця команда дозволяє записати вибрані сигнали у внутрішньому форматі із збереженням конфігурації відображення.

9.2.1.7. Команда "Завантажити (*.GRN)"

Ця команда дозволяє завантажити попередньо записані сигнали у внутрішньому форматі програми (див. п. 9.2.1.6). В цьому форматі зберігаються не тільки дані сигналів, а й конфігурація, яка була встановлена на момент запису сигналів у файл.

9.2.1.8. Команда "Експорт в COMTRADE"

Ця команда дозволяє записати вибрані сигнали в файл у міжнародному форматі COMTRADE. Експортуватися будуть сигнали активного вікна.

Після активізації даної команди відкриється діалогове вікно (рис. 9.28).

Параметри формату Comtrade

Загальні параметри

Найменування:

Номер пристрою:

Частота мережі: Гц

Частота дискретизації: Гц

Дата/час в форматі: mm/dd/yy, hh:mm:ss.ssssss

Запису:

Спрацювання:

Аналогові сигнали

Перетворення сигналу: $Y = \text{int} [(X - B) / A]$, де X - вхідний сигнал; A, B - коефіцієнти перетворення

N°	Найменування	Фаза	Одиниці	Компонент	Зміщення (мкс)	A	B	Min	Max
1	UA		V		0.00	0.00100000	0.00000000	0	0
2	UB		V		0.00	0.00100000	0.00000000	0	0
3	UC		V		0.00	0.00100000	0.00000000	0	0
4	IA		A		0.00	0.00100000	0.00000000	0	0

Дискретні сигнали

N°	Найменування	Стан
1	Q	0
2	KL1	0
3	Relay	0

Рис. 9.28. Параметри формату COMTRADE

У цьому вікні у груповому полі "Загальні параметри" задається наступна інформація: найменування цифрограми; номер пристрою; номінальна частота мережі; частота дискретизації, яка визначається як добуток номінальної частоти на кількість точок дискретизації на період номінальної частоти. Слід пам'ятати, що всі аналогові сигнали будуть записані у файл з заданою частотою дискретизації. Якщо дискретизація аналогового сигналу не співпадає з заданою, тоді буде здійснена інтерполяція цього сигналу.

У груповому полі "Дата/час" задається дата та час початку запису цифрограми пристроєм та час спрацювання пристрою. Якщо цифрограма не отримана з пристрою, то цю інформацію можна не задавати.

У груповому полі "Аналогові сигнали" в табличній формі задається інформація по кожному сигналу: найменування; найменування фази; одиниці вимірювання; компонент; зміщення за часом, в мкс; коефіцієнти перетворення сигналу A та B; мінімальна та максимальна межа інтервалу значень вибірок пристрою. У форматі COMTRADE координати сигналу зберігаються як цілі числа. Перетворення координат сигналу у формат COMTRADE здійснюється за наступним виразом: $Y = \text{int} ((X - B) / A)$, де Y – перетворений сигнал; X – вхідний сигнал; A, B – коефіцієнти перетворення. Коефіцієнти перетворення підбираються

таким чином, щоб забезпечити потрібну точність перетворення. По замовчуванню прийнято $A = 0,001$; $B = 0$.

У груповому полі *"Дискретні сигнали"* в табличній формі задається наступна інформація: найменування сигналу та його початковий стан (0 та 1).

9.2.1.9. Команда "Копіювання в буфер обміну"

При необхідності використання сигналів цифрограми в інших документах, наприклад, технічних звітах, статтях, передбачена можливість копіювати сигнали цифрограми в буфер обміну з подальшим їх зчитуванням в інших системах, наприклад, в системі Microsoft Word.

Для виконання цієї команди необхідно попередньо сформувати у вікні потрібні сигнали та активізувати команду *"Копіювання в буфер обміну"* – інформація запишеться в буфер, звідки її можна прочитати в іншому програмному середовищі, наприклад, в Microsoft Word (рис. 9.29).

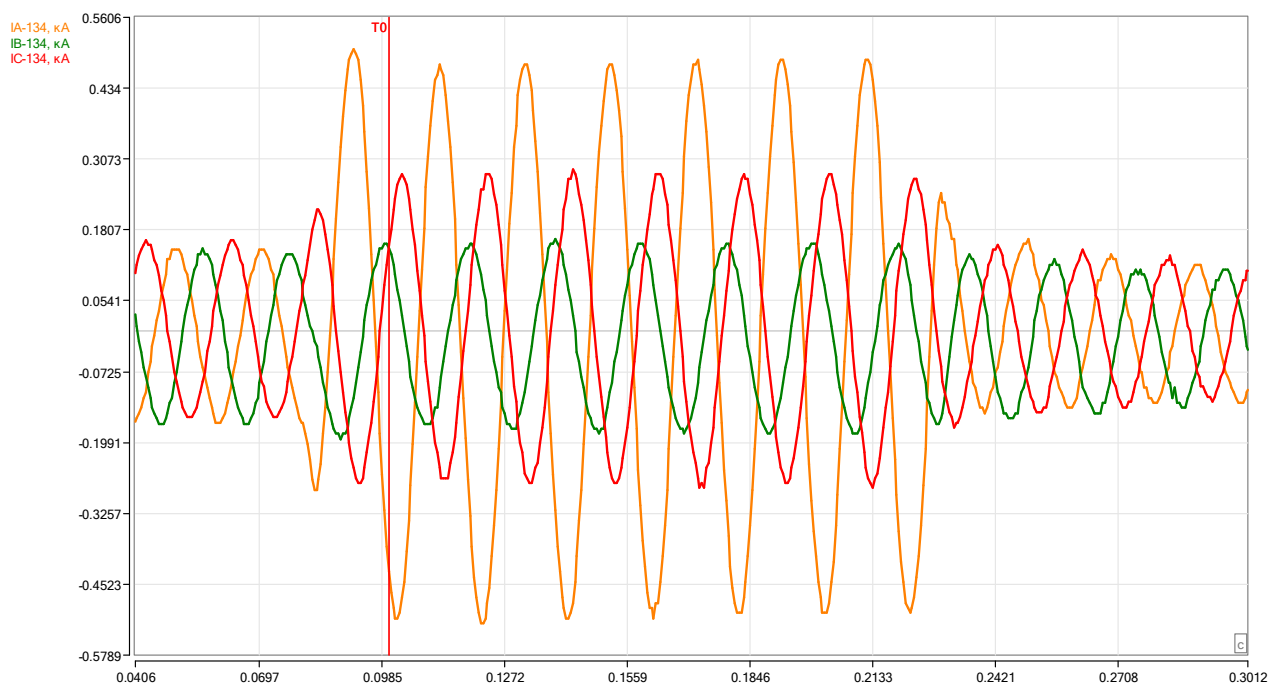


Рис. 9.29. Приклад зчитування інформації з буфера обміну

Слід пам'ятати, що в буфер обміну буде скопійована інформація з активного вікна.

9.2.1.10. Команда "Друк"

Ця команда передбачена для безпосереднього виводу вибраних сигналів цифрограми на друк. Як і в попередньому випадку, на друк виводиться лише інформація з активного вікна.

9.2.1.11. Команда "Вихід"

Для завершення сеансу роботи з програмою необхідно активізувати команду "Вихід".

9.2.2. Меню "Відображення"

Дане меню містить режими відображення сигналів та команди по їх масштабуванню (рис. 9.30).

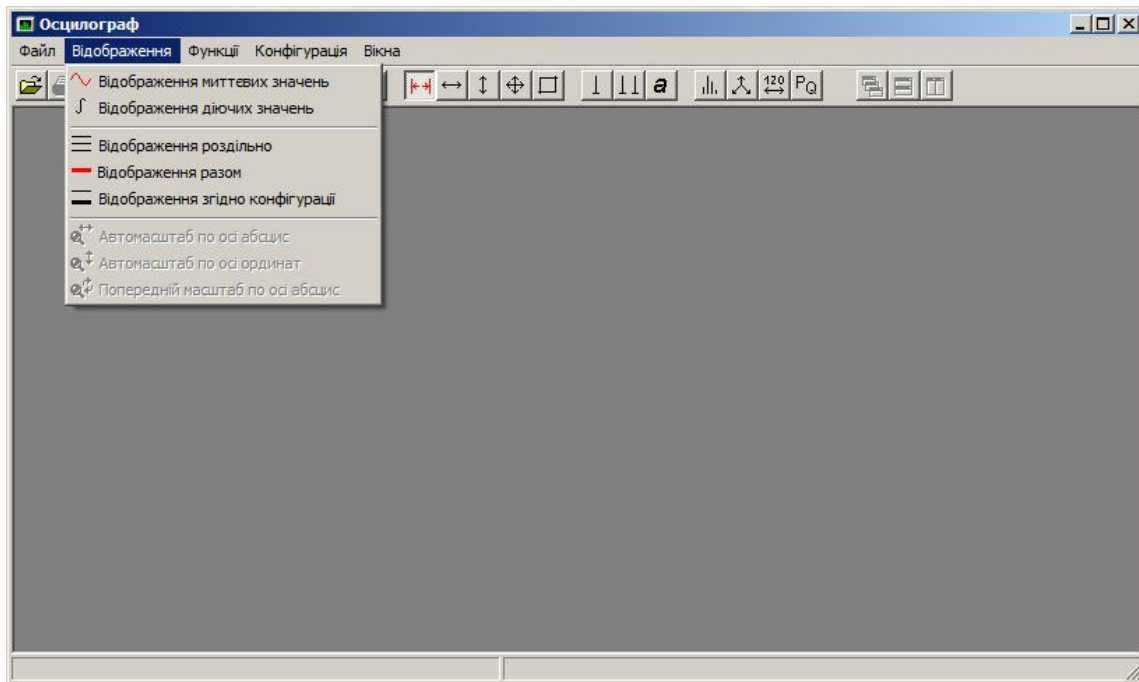




Рис. 9.30. Меню "Відображення"

Меню розділено на три групи. В перших двох групах задаються режими відображення сигналів, а в третій містяться команди по масштабуванню сигналів. Вибраний режим відображення виділений піктограмою червоного кольору.

Після активізації режиму "Відображення миттєвих значень"  у вікнах будуть відображатись миттєві значення координат.




Після активізації режиму "Відображення діючих значень"  у вікнах відобразяться діючі значення координат, розрахунок яких здійснюється за виразом


$$F = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T f^2(t) \cdot dt}, \quad (9.1)$$


де T – період промислової частоти; f – миттєве значення струму (напруги) для моменту часу t . Враховуючи дискретний характер інформації про миттєві значення струмів та напруг, робоча формула розрахунку діючих значень струмів та напруг має вигляд


$$F \approx \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \sum_{k=1}^{N-1} ((f_{k+1} + f_k)/2)^2 \cdot h}, \quad (9.2)$$

де f_{k+1}, f_k – значення координат режиму (струмів, напруг) для $k+1$ та k точок дискретизації з умови, що на період промислової частоти $T \in N$ виборок; h – крок дискретизації за часом.

Режими "Відображення роздільно" , "Відображення разом" , "Відображення згідно конфігурації"  дозволяють по різному розміщувати сигнали цифрограми в підвікнах. Після активізації режиму "Відображення роздільно" всі сигнали цифрограми розміщуються в окремих підвікнах. Режим "Відображення разом" дозволяє розмістити всі сигнали цифрограми в одному підвікні. Режим "Відображення згідно конфігурації" дозволяє розмістити сигнали цифрограми згідно конфігурації, заданої користувачем. Ця конфігурація буде збережена і може використовуватись після повторного завантаження цифрограми.

Активізація команди "Автомасштаб по осі X"  дозволяє відобразити сигнали на повному часовому діапазоні.

Активізація команди "Автомасштаб по осі Y"  дозволяє оптимально використати підвікно відображення сигналів цифрограми по осі Y.

Команда "Попередній масштаб"  дозволяє відновити попередній масштаб по осі X.

9.2.3. Меню "Функції"

Дане меню містить перелік функцій аналізу сигналів цифрограми (рис. 9.31).

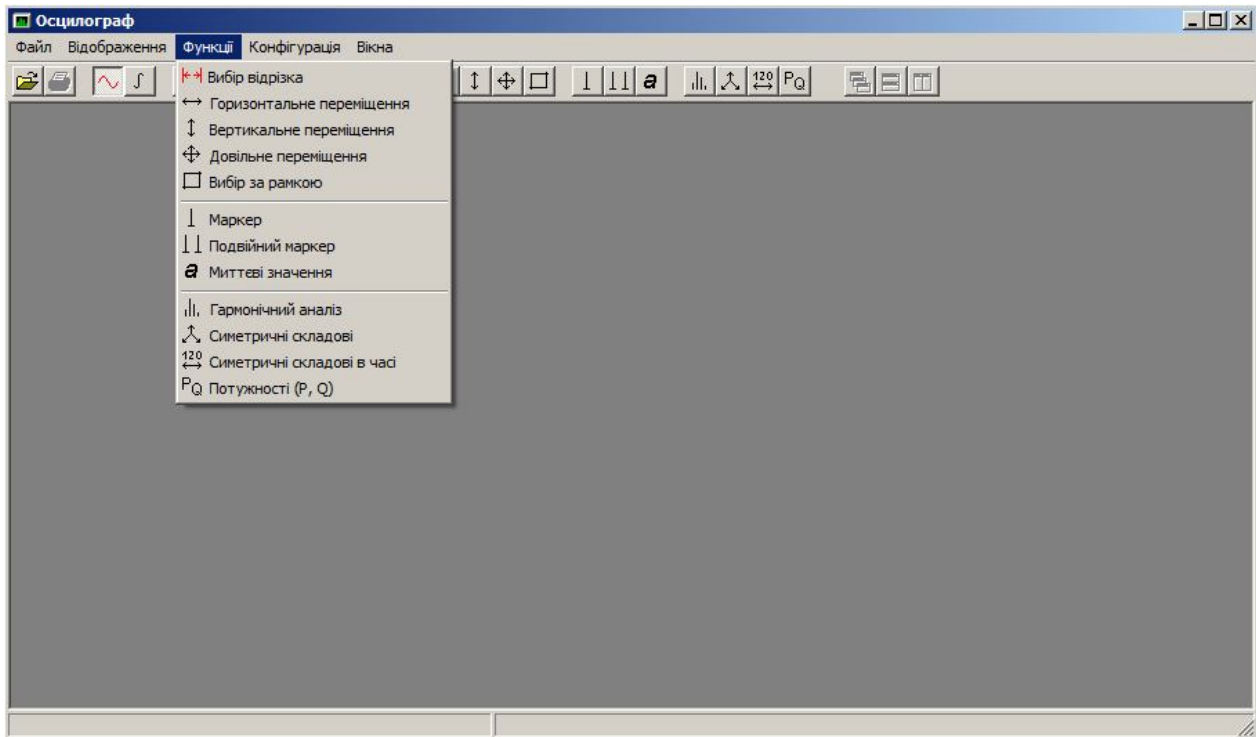


Рис. 9.31. Меню "Функції"

Слід звернути увагу на те, що після активізації відповідної функції, в підвікні з сигналами цифрограмами змінюється форма курсора "миші" – кожній функції відповідає своя форма курсора.

9.2.3.1. Функція "Вибір відрізка"


Функція "Вибір відрізка"  призначена для виділення фрагменту цифрограми в часі.

Для часових сигналів після активізації даної функції необхідно курсор встановити в місце, яке відповідає початковому часу виділення цифрограми та натиснути ліву клавішу "миші" – у вікні з'явиться вертикальна лінія – маркер, яка відповідає початковому часу фіксації. Не відпускаючи лівої клавіші "миші" необхідно здійснити переміщення курсора до кінцевого часу фіксації. Процес виділення завершується після відпускання лівої клавіші "миші". В результаті у підвікні з сигналами цифрограми відобразиться лише виділена частина цифрограми.

В нижній частині вікна розташований горизонтальний скролінг, який дозволяє здійснювати зміну діапазону по часу відображення сигналів. Повзунок скролінга вказує відносно положення та пропорції видимої частини цифрограми стосовно повного її діапазону.


Для зміни часового діапазону необхідно курсор підвести до краю повзунка скролінга (справа або зліва), при цьому курсор "миші" змінить своє зображення та натиснути ліву клавішу "миші". Не відпускаючи лівої клавіші "миші", необхідно здійснити переміщення

курсора вправо або вліво. При цьому буде здійснюватись зміна початкового часу (курсор знаходиться зліва) або кінцевого часу (курсор знаходиться справа) діапазону цифрограми.

Якщо необхідно відобразити цифрограму для всього діапазону часу, потрібно у підвікні з цифрограмою здійснити подвійний "клік" – у вікні відобразиться цифрограма на повному часовому діапазоні. Це можна здійснити також, виконавши команду *"Автомасштаб по осі Х"* . Вибір діапазону відображення можна також здійснювати за допомогою діалогового вікна, яке викликається за допомогою відповідної команди локального меню (див. п. 9.2.1.1.4).


Для годографів вибір діапазону відображення за часом за допомогою "миші" здійснюється дещо по іншому. Фіксація початкового часу здійснюється безпосередньо на кривій годографа. Після фіксації початкового часу на кривій годографа з'явиться курсор у вигляді "перехрестя". Фіксація кінцевого часу здійснюється аналогічно. Після фіксації кінцевого часу відобразиться виділений фрагмент годографа.

9.2.3.2. Функція "Горизонтальне переміщення"


Після виділення фрагменту цифрограми, активізувавши функцію *"Горизонтальне переміщення"* , можна здійснити перегляд усієї цифрограми на зафіксованому діапазоні часу. Для цього необхідно встановити курсор у підвікні з відображенням сигналів цифрограми та натиснути ліву клавішу "миші". Переміщаючи курсор вліво або вправо, можна переглядати цифрограму на виділеному діапазоні часу. При цьому буде здійснюватись і переміщення повзунка горизонтального скролінга. Переміщення сигналів цифрограми закінчується після відпускання лівої клавіші "миші".

Переміщення можна здійснювати і використовуючи горизонтальний скролінг.


9.2.3.3. Функція "Вертикальне переміщення"

Функція *"Вертикальне переміщення"*  дозволяє здійснити переміщення сигналів цифрограми у підвікні по осі ординат. Для цього необхідно встановити курсор у вибраному підвікні та натиснути ліву клавішу "миші". Не відпускаючи клавіші "миші" можна переміщати сигнали цифрограми вздовж осі ординат. Переміщення сигналів цифрограми у підвікні закінчується після відпускання лівої клавіші "миші".


9.2.3.4. Функція "Довільне переміщення"

Функція *"Довільне переміщення"*  дозволяє одночасно переміщати вибраний сигнал у підвікні як по осі часу, так і по осі ординат. Механізм переміщення аналогічний як і для функцій *"Горизонтальне переміщення"* та *"Вертикальне переміщення"*.

9.2.3.5. Функція "Вибір за рамкою"

Функція "Вибір за рамкою"  дозволяє виділити в межах підвікна за рамкою фрагмент цифрограми. Після активізації даної функції необхідно підвести курсор до місця початку виділення фрагмента та натиснути ліву клавішу "миші", не відпускаючи клавіші перемістити курсор до кінцевого місця виділення фрагмента на цифрограмі та відпустити клавішу "миші" – у вікні відобразиться виділений фрагмент цифрограми.

9.2.3.6. Функція "Маркер"

При допомозі функції "Маркер"  можна здійснювати перегляд миттєвих та діючих значень координат сигналу у фіксовані моменти часу та здійснювати їх відносну оцінку.

Передбачена можливість встановлювати будь-яку кількість маркерів. При цьому один маркер є активним – відносно нього здійснюється розрахунок відносних часів інших маркерів.

Після активізації даної функції для встановлення маркера необхідно підвести курсор до потрібного місця у підвікні з сигналами та натиснути ліву клавішу "миші" – у підвікнах з'явиться вертикальна лінія, яку можна переміщувати по часовій осі, не відпускаючи лівої клавіші. Для фіксації маркера в потрібному місці, необхідно відпустити ліву клавішу. В місці фіксації з'явиться маркер з написом " M_n ", де n – порядковий номер маркера (рис. 9.32).

Активний маркер буде відображений червоним кольором.

В верхній частині вікна з'явиться наступна інформація: в першому рядку виводиться значення часу, де встановлений маркер. У другому рядку виводиться відносний час dt відображення маркера відносно активного маркера. В дужках відображається відносний зсув за фазою в градусах. Для активного маркера відносний час становить 0 с. В інших рядках, які розташовані нижче цих двох рядків, виводяться миттєві значення всіх сигналів цифрограми, які є у підвікнах.

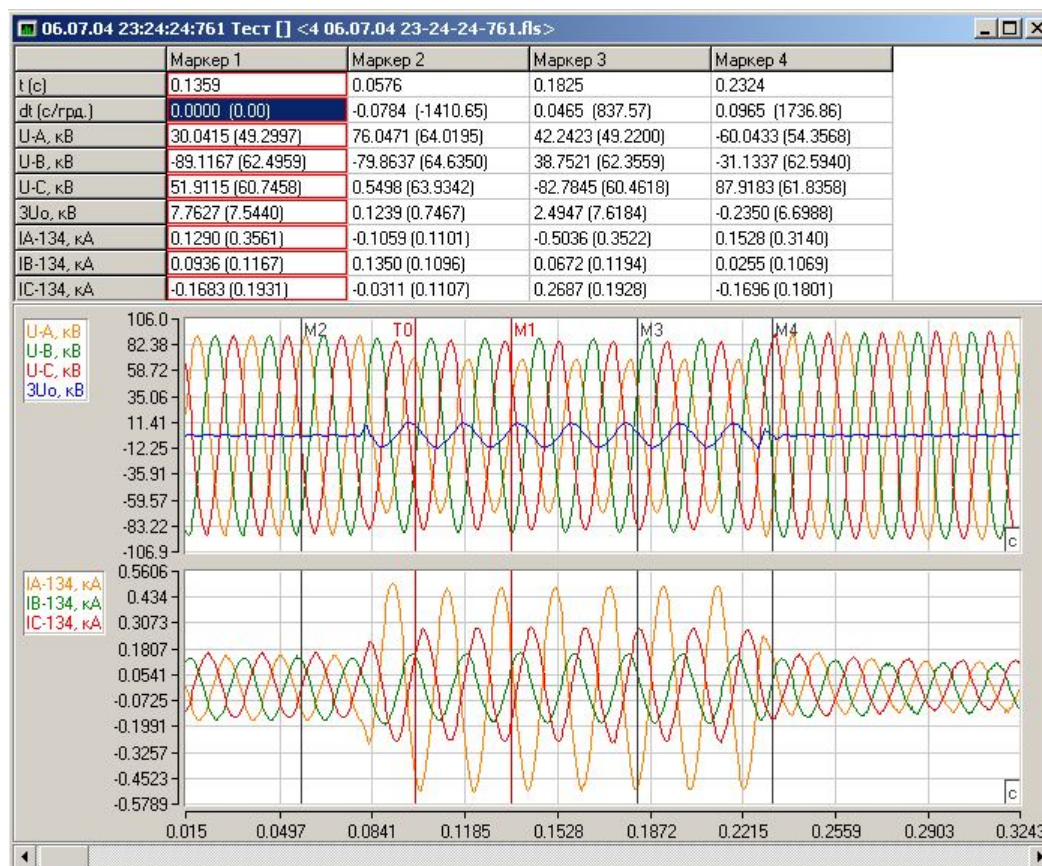


Рис. 9.32. Встановлення маркерів

Передбачена можливість переміщення вже встановлених маркерів. Для цього необхідно підвести курсор до потрібного маркера (курсор змінить форму) та натиснути ліву клавішу "миші". Не відпускаючи клавіші "миші", необхідно здійснити переміщення маркера у потрібне місце та відпустити клавішу – маркер встановиться в новому місці. Під час переміщення маркера здійсниться корекція в інформаційному полі маркерів (див. рис. 9.32).

Також можна вилучати маркери, змінювати активний маркер, змінювати положення маркера, відображати миттєві значення сигналів безпосередньо біля маркера. Ці команди можна реалізувати за допомогою локального меню (рис. 9.33).

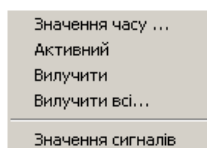


Рис. 9.33. Локальне меню маркера

Якщо активізувати команду меню "Значення часу", то з'явиться діалогове вікно, в якому відображений час, де встановлений маркер. Для зміни часу необхідно ввести потрібну інформацію у вікні та натиснути кнопку "Застосувати".

Якщо активізувати команду *"Активний"*, то вибраний маркер стане активним – у підвікнах він відобразиться червоним кольором та здійсняться перерахунки певних величин відносно цього маркера всіх інших маркерів. Для активного маркера вся інформація в інформаційному полі маркерів відображається в рамках червоного кольору.

Після активізації команди *"Вилучити"* виділений маркер зникне та здійсниться перенумерація всіх решти маркерів. Якщо вилучити активний маркер, то активним маркером автоматично стане 1-й маркер. Якщо вилучити всі маркери, зникне інформаційне поле маркерів.

Після активізації команди *"Вилучити всі"* будуть вилучені всі маркери та зникне інформаційне поле маркерів.

Після активізації команди *"Значення сигналів"* біля маркерів в кожному підвікні виведуться значення сигналів, які відповідають моменту часу, для якого створений маркер.

9.2.3.7. Функція "Подвійний маркер"

Для відносного аналізу сигналів цифрограм застосовується функція *"Подвійний маркер"*

11. Подвійний маркер формується на основі двох маркерів.

Після активізації даної функції необхідно курсор підвести до потрібного місця на цифрограмі та натиснути ліву клавішу "миші" – зафіксується перший маркер. Не відпускаючи лівої клавіші, необхідно перемістити курсор до місця встановлення другого маркера. Другий маркер "зафіксується" після відпускання лівої клавіші "миші" (рис. 9.34).

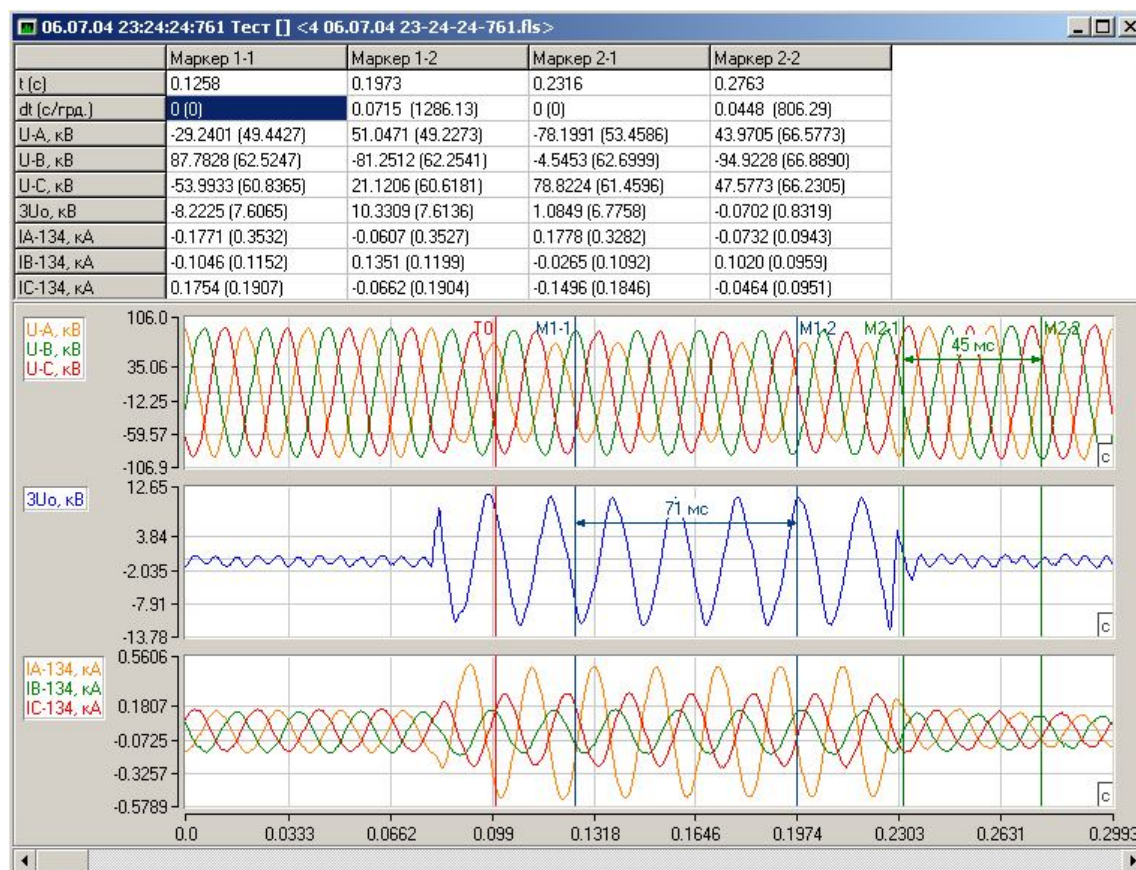


Рис. 9.34. Встановлення подвійних маркерів

Назви подвійних маркерів формуються наступним чином: $Mn-1$ та $Mn-2$, де n – номер подвійного маркера. Між маркерами у підвікні, в якому був зафіксований перший маркер, після фіксації другого маркера з'явиться розмірна лінія з відображенням над нею інтервалу часу між двома маркерами. Цю розмірну лінію можна переміщати вздовж осі ординат у підвікні. Для цього курсор необхідно підвести до цієї розмірної лінії і, коли він поміняє форму, натиснути ліву клавішу "миші". "Захопивши" розмірну лінію та, не відпускаючи лівої клавіші "миші", необхідно здійснити її переміщення у потрібне місце. Після цього відпустити ліву клавішу "миші" – розмірна лінія зафіксується в заданому місці. В верхній частині вікна відображається інформація про координати сигналів, аналогічно як і при виконанні функції "Маркери".

Подвійні маркери відображаються різними кольорами, згідно заданої палітри кольорів у конфігурації.

Сформовані подвійні маркери можна редагувати, використовуючи команди локального меню (рис. 9.35). Виклик локального меню здійснюється шляхом натиснення правої клавіші "миші", коли курсор знаходиться на одному з маркерів (форма курсора при цьому зміниться).

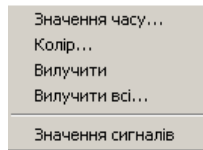



Рис. 9.35. Локальне меню подвійного маркера

Ці команди виконуються аналогічно, як і для маркера, за винятком команди "Колір". За допомогою цієї команди можна змінювати колір подвійного маркера.

9.2.3.8. Функція "Миттєві значення"


Для перегляду миттєвих значень координат сигналів в будь-який момент часу застосовується функція "Миттєві значення" .

Після активізації даної функції, у підвікні з сигналами необхідно натиснути ліву клавішу "миші" та утримувати її – в лівому верхньому або в правому верхньому куті підвікна, в залежності від початкового положення курсора, з'явиться вікно (рис. 9.36) "Миттєві значення" та маркер у місці положення курсора. В лівій частині цього вікна відображаються назви сигналів та їх кольори, а в правій миттєві значення цих сигналів для моменту часу, який відображається в полі "Час". Не відпускаючи лівої клавіші "миші" можна здійснювати переміщення по осі часу у підвікні з сигналами. При цьому у вікні (див. рис. 9.36) будуть відображатись миттєві значення координат сигналів та час, який відповідає положенню маркера. Вікно з миттєвими значеннями зникне у випадку, коли відпустити ліву клавішу "миші".

Миттєві значення		
Час (с):		0.0759
Назва	Значення	
 U-A, кВ	42.3642	
 U-B, кВ	-91.4759	
 U-C, кВ	45.6646	

Рис. 9.36. Миттєві значення координат режиму

9.2.3.9. Функція "Гармонічний аналіз"

Для визначення гармонічного складу сигналів застосовується функція "Гармонічний аналіз" .

Після активізації даної функції, у підвікні відображення сигналів необхідно натиснути ліву клавішу "миші" – з'являться два маркери, які виділяють фрагмент цифрограми, що відповідає періоду промислової частоти. Біля правого маркера виводиться напис "H" (рис. 9.37). Не відпускаючи клавішу "миші" перемістити ці маркери в потрібне місце цифрограми та відпустити її – здійсниться гармонічний аналіз виділеного фрагменту, результати якого виведуться у вигляді гістограм у новому вікні (рис. 9.38).

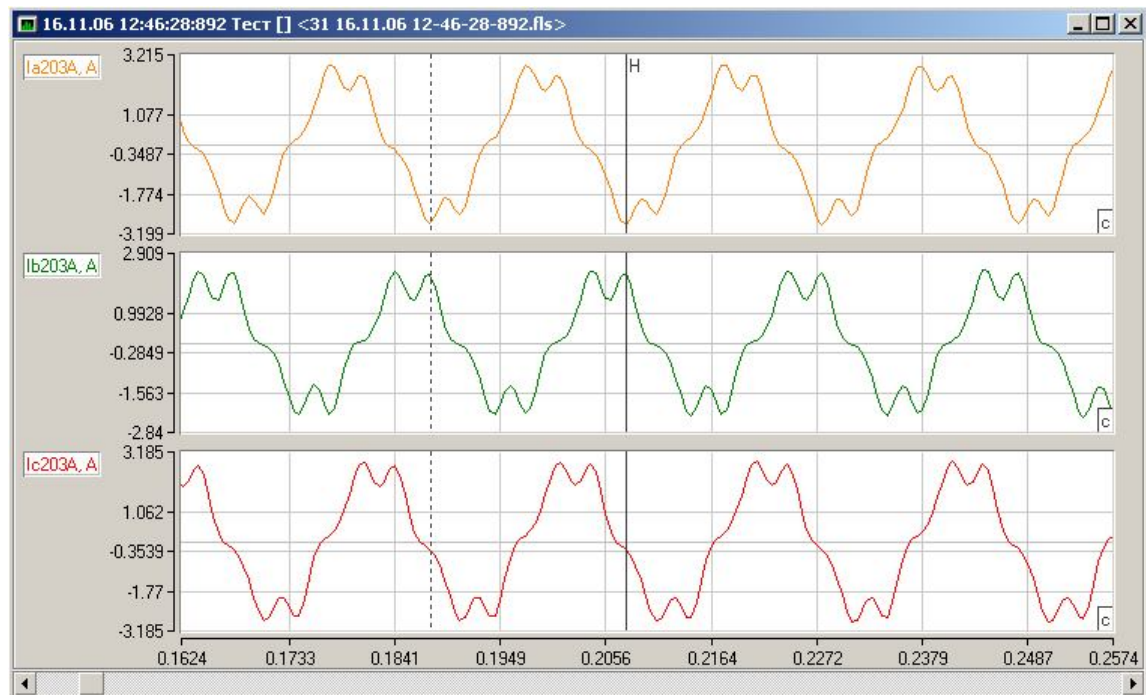


Рис. 9.37. Виділення фрагмента кривої для здійснення гармонічного аналізу

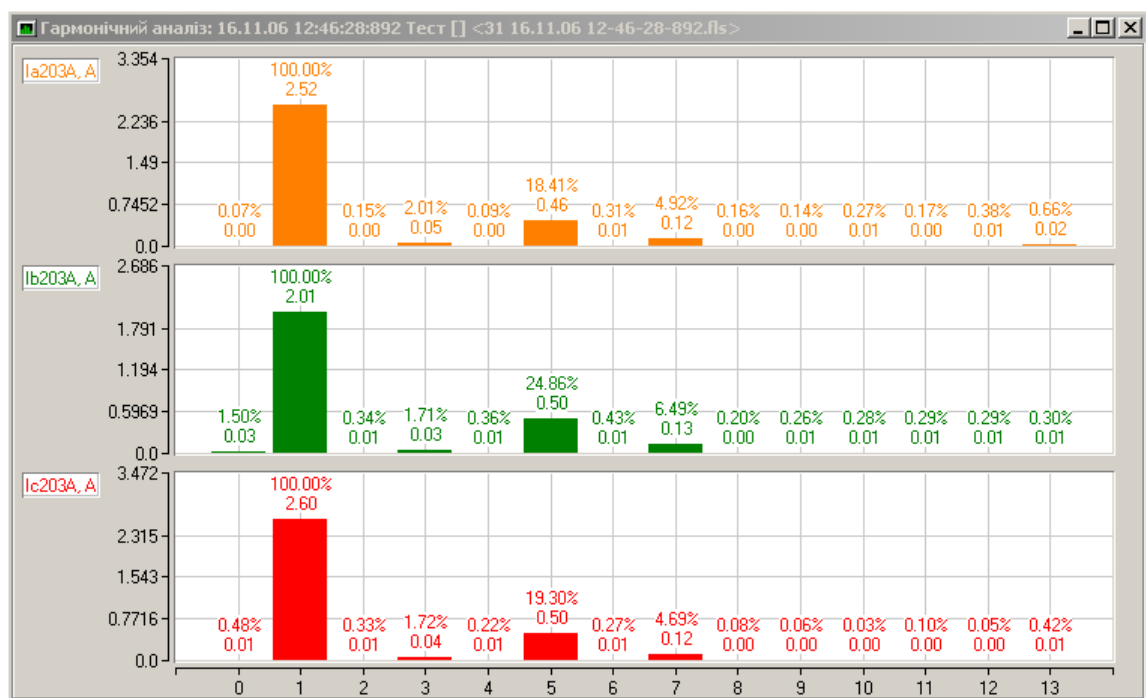


Рис. 9.38. Гармонічний аналіз цифрової

У вікні показаний кількісний та якісний гармонічний аналіз сигналів в порядку, як вони були розміщені у підвікнах (див. рис. 9.38), при цьому колір відображення відповідає кольору сигналу, для якого здійснювався гармонічний аналіз. Над координатами

гістограми виводяться абсолютні та відносні значення окремих гармонік, включаючи постійну складову. Відносні значення розраховуються відносно першої гармоніки. Кількість гармонік для аналізу та частота основної гармоніки задаються в конфігурації (див. п. 9.2.4).

Максимальна кількість гармонік обмежується і залежить від кількості точок дискретизації на період промислової частоти. Вона визначається з виразу $N = k/3$, де k – кількість точок дискретизації на період основної частоти.

Якщо необхідно виконати аналіз гармонічного складу сигналів для іншого часового діапазону, необхідно у підвікні (див. рис. 9.37) встановити курсор у потрібному місці та натиснути ліву клавішу "миші". Можна також динамічно здійснювати гармонічний аналіз цифrogram. Для цього необхідно "захопити" "мишею" правий маркер та переміщати його по часовій осі – динамічно буде здійснюватися розрахунок гармонічного складу сигналів.

У випадку, якщо закрити вікно з результатами гармонічного аналізу (див. рис. 9.38), у вікні з сигналами (див. рис. 9.37) зникнуть маркери. Якщо закрити вікно із сигналами, для яких здійснювався гармонічний аналіз, то закриється вікно з результатами гармонічного аналізу.

Над результатами гармонічного аналізу, які відображені у вікні (див. рис. 9.38) можна здійснювати деякі операції. Для цього необхідно викликати локальне меню (рис. 9.39).

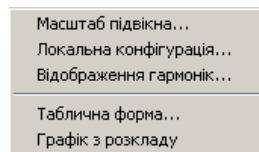


Рис. 9.39. Локальне меню вікна гармонічного аналізу

Команди локального меню "Масштаб підвікна" та "Локальна конфігурація" виконуються аналогічно як для часових сигналів (див. 9.2.1.1.5, п. 9.2.1.1.6).

Команда "Відображення гармонік" дозволяє змінити склад відображення гармонік у вікні. Після вибору даної команди відкриється діалогове вікно (рис. 9.40) з переліком гармонік, у якому необхідно ініціалізувати незалежні перемикачі потрібних гармонік.

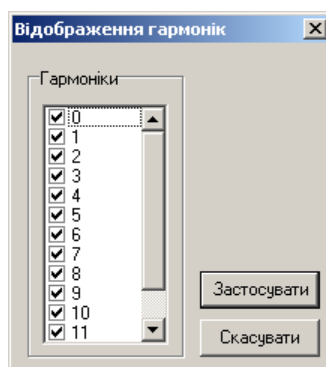


Рис. 9.40. Діалогове вікно "Відображення гармонік"

Команда "Таблична форма" призначена для формування інформації про гармонічний аналіз всіх сигналів в табличній формі (рис. 9.41).

Таблична форма: Гармонічний аналіз: 16.11.06 12:46:28:892 Test...

Найменування кривої: Ia203A, A
Діапазон аналізу (сек.): 0.2119 : 0.2319

№	Амплітуда	Фаза (град.)	%
0	-0.0004	0.0000	0.0153
1	2.5321	-33.6185	100.0000
2	0.0148	-98.5413	0.5860
3	0.0480	108.1101	1.8956
4	0.0029	41.6838	0.1153
5	0.4617	-25.7661	18.2349
6	0.0011	-121.4147	0.0433
7	0.1266	45.3135	5.0003
8	0.0041	-124.7492	0.1630
9	0.0067	-119.1429	0.2657
10	0.0095	-125.1587	0.3742
11	0.0104	-153.8130	0.4098
12	0.0147	-122.8429	0.5814
13	0.0211	-138.9575	0.8340

Найменування кривої: Ib203A, A
Діапазон аналізу (сек.): 0.2119 : 0.2319

№	Амплітуда	Фаза (град.)	%
0	0.0244	0.0000	1.1993
1	2.0308	-157.8150	100.0000
2	0.0056	103.0107	0.2780

Рис. 9.41. Таблична форма гармонічного аналізу

З інформацією, наведеній у табличній формі можна здійснювати ряд операцій. Для цього необхідно викликати локальне меню (рис. 9.42)

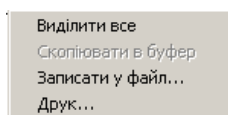


Рис. 9.42. Локальне меню табличної форми гармонічного аналізу

Інформацію можна записати у файл, вивести на друк, скопіювати в буфер виділений фрагмент.

Для контролю гармонічного аналізу сигналу необхідно скористатися командою "Графік з розкладу" (див. рис. 9.39). Після активізації даної команди на екран дисплея виведеться вікно (рис. 9.43). В ньому відобразиться фрагмент сигналу, для якого здійснений гармонічний аналіз та сигнал, отриманий внаслідок синтезу з гармонічних складових. При цьому відображення сигналу здійсниться тим самим кольором, що і в основному вікні (див. рис. 9.37), а синтезований сигнал відобразиться чорним або білим кольором, в залежності від кольору фону.

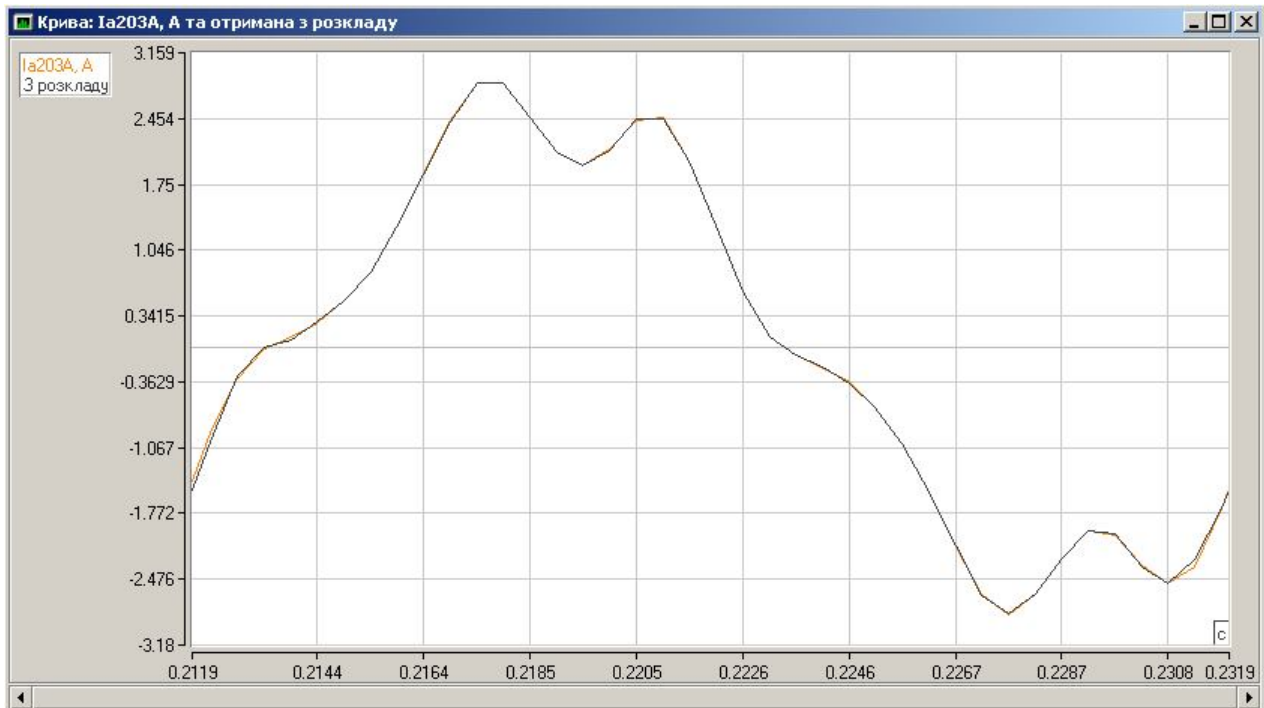



Рис. 9.43. Синтез кривої з гармонічного аналізу

9.2.3.10. Функція "Симетричні складові"

Ця функція призначена для виділення симетричних складових прямої, оберненої та нульової послідовностей з трифазних координат режиму для заданого моменту часу .

Для реалізації даної функції у вікно необхідно вивести 3 або 6 координат режиму. При цьому, вони повинні бути розміщені у порядку – фаза А, фаза В, фаза С. Можна задавати різні комбінації струмів та напруг, наприклад, три напруги та три струми, три напруги, три струми тощо. Координати цифрограми можна розташовувати в різних підвікнах.

У випадку, коли у вікні знаходиться кількість координат режиму, відмінна від 3 або 6, з'явиться повідомлення *"Симетричні складові визначаються для трьох або шести координат!"*.

Після активізації даної функції, у підвікні відображення сигналів необхідно натиснути ліву клавішу "миші" – з'являться два маркери, які виділяють фрагмент цифрограми, що відповідає періоду промислової частоти. Біля правого маркера виводиться напис "V" (рис. 9.44). Не відпускаючи клавішу "миші" необхідно перемістити ці маркери в потрібне місце цифрограми та відпустити її – здійсниться розклад трифазної системи координат режиму на симетричні складові виділеного фрагменту, результати якого виведуться у вигляді векторних діаграм у новому вікні (рис. 9.45).

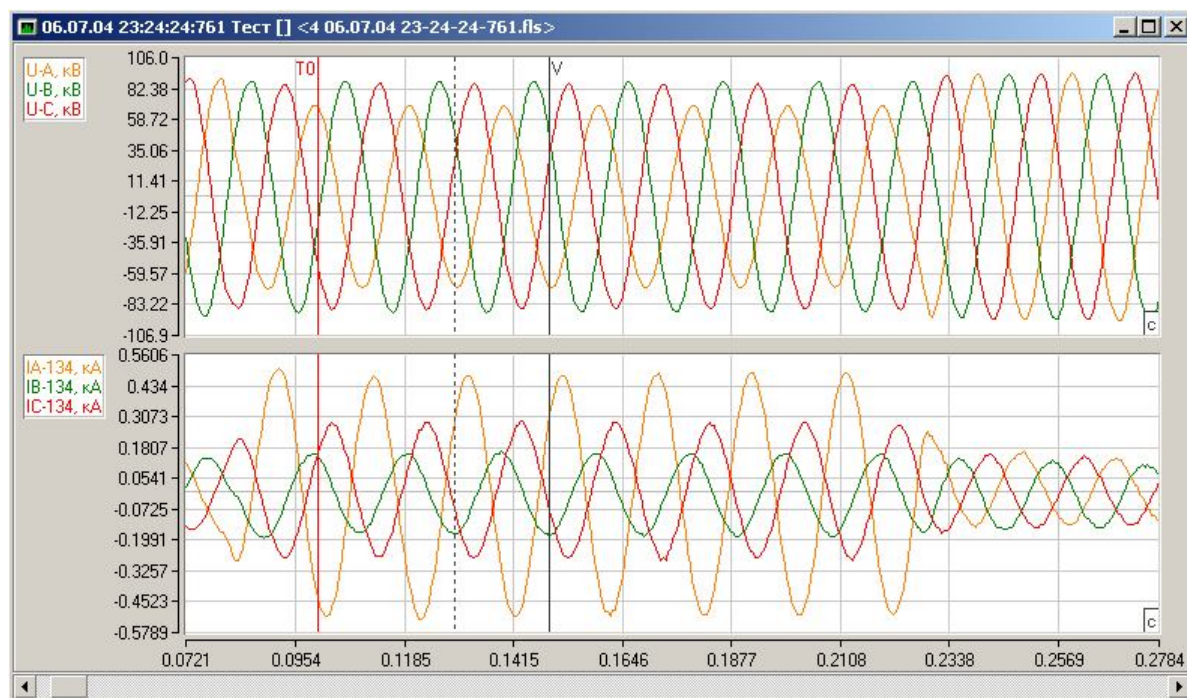


Рис. 9.44. Виділення фрагмента цифрограми для визначення симетричних складових

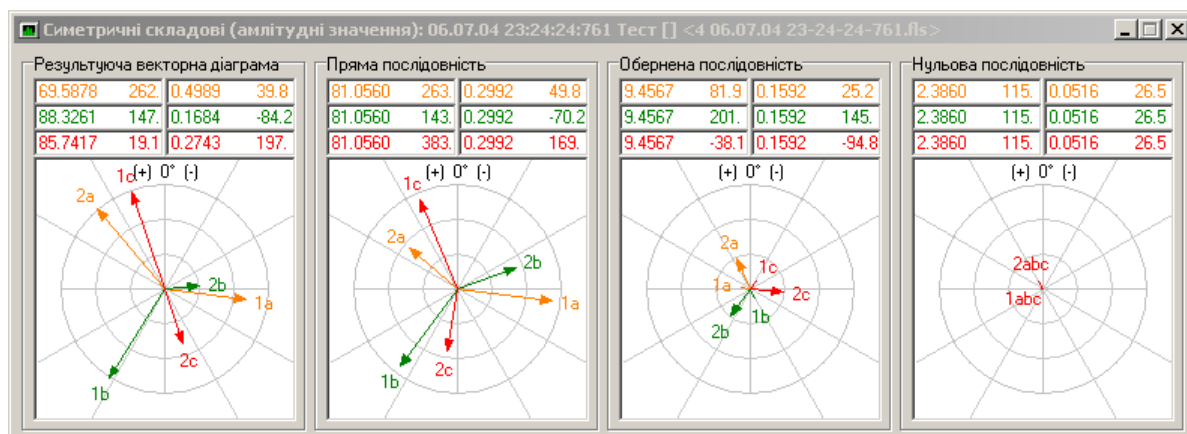


Рис. 9.45. Симетричні складові

Якщо необхідно виконати розклад на симетричні складові для іншого часового діапазону, необхідно у підвікні встановити курсор у потрібному місці та натиснути ліву клавішу "миші". Можна також динамічно здійснювати розклад на симетричні складові. Для цього необхідно "захопити" "мишею" правий маркер та переміщати його по часовій осі – динамічно буде здійснюватися розклад на симетричні складові.

У випадку, якщо закрити вікно з результатами розкладу (див. рис. 45), у вікні з сигналами (див. рис. 44) зникнуть маркери. Якщо закрити вікно із сигналами, для яких здійснювався розклад на симетричні складові, то закриється вікно з результатами розкладу.

Розрахунок симетричних складових здійснюється наступним чином.

Спочатку визначаються складові координати основної частоти для кожної фази. Для цього використовується перетворення Фур'є.

Нижче наводяться робочі формули розрахунку синусних та косинусних складових струмів (напруг), отриманих на основі перетворення Фур'є

$$\begin{aligned} F_{Js} &= -\frac{2}{T} \sum_{k=1}^N (f_J(k) \sin((k-1) \frac{2\pi}{N}) + f_J(k+1) \sin(k \frac{2\pi}{N})) / 2 \cdot h, \\ F_{Jc} &= \frac{2}{T} \sum_{k=1}^N (f_J(k) \cos((k-1) \frac{2\pi}{N}) + f_J(k+1) \cos(k \frac{2\pi}{N})) / 2 \cdot h, \end{aligned} \quad (9.3)$$

де $f_J(k)$, $f_J(k+1)$ – значення координат режиму для кожної фази (струмів, напруг) для k та $k+1$ точок дискретизації, де $J=A, B, C$; h – крок дискретизації за часом; N – кількість точок дискретизації на період промислової частоти;

На основі синусних та косинусних складових, отриманих для струмів (напруг) кожної фази визначаються симетричні складові струмів та напруг

$$\begin{aligned} F_{1s} &= F_{As} - \frac{1}{2} \cdot (F_{Bs} + F_{Cs}) - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (F_{Cc} - F_{Bc}), \\ F_{1c} &= F_{Ac} - \frac{1}{2} \cdot (F_{Bc} + F_{Cc}) - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (F_{Bs} - F_{Cs}), \\ F_1 &= \frac{1}{3} \cdot \sqrt{F_{1s}^2 + F_{1c}^2}, \\ F_{2s} &= F_{As} - \frac{1}{2} \cdot (F_{Bs} + F_{Cs}) - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (F_{Bc} - F_{Cc}), \\ F_{2c} &= F_{Ac} - \frac{1}{2} \cdot (F_{Bc} + F_{Cc}) - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (F_{Cs} - F_{Bs}), \\ F_2 &= \frac{1}{3} \cdot \sqrt{F_{2s}^2 + F_{2c}^2}, \\ F_{0s} &= F_{As} + F_{Bs} + F_{Cs}, \\ F_{0c} &= F_{Ac} + F_{Bc} + F_{Cc}, \\ F_0 &= \frac{1}{3} \cdot \sqrt{F_{0s}^2 + F_{0c}^2}, \end{aligned} \quad (9.4)$$

9.2.3.11. Функція "Симетричні складові в часі"

При допомозі даної функції в користувача є можливість прослідкувати, як змінюються в часі на протязі вибраного часового діапазону, симетричні складові (пряма, обернена та нульова) для напруг та струмів, а також зміну в часі результуючих опорів (реактивних та активних) прямої, оберненої та нульової послідовностей $\overset{120}{\longleftrightarrow}$.

Для реалізації даної функції попередньо в вікно необхідно вивести три фазні напруги та три фазні струми в порядку чергування фаз – фаза А, фаза В, фаза С. Якщо у вікні кількість сигналів буде відрізнятись від 6, то з'явиться повідомлення *"Симетричні складові визначаються для 6 координат!"*.

Після активізації даної функції у вікні з координатами режиму необхідно виділити діапазон в часі, на протязі якого буде розраховуватись зміна симетричних складових в часі. Для цього необхідно підвести курсор до місця на цифрограмі, яке буде відповідати початковому часові аналізу та натиснути ліву клавішу "миші" – з'явиться вертикальний маркер. Не відпускаючи клавіші "миші", необхідно перемістити курсор до другої потрібної мітки часу та відпустити ліву клавішу "миші" – зафіксується другий маркер і на дисплей виведеться вікно (рис. 9.46).

Симетричні складові в часі

Визначення U1, U2, U0, I1, I2, I0, R1, R2, R0, X1, X2, X0 для:

Ua: U-A, кВ Ia: IA-134, кА

Ub: U-B, кВ Ib: IB-134, кА

Uc: U-C, кВ Ic: IC-134, кА

На діапазоні: 0.135204 сек Частота: 50.00 Гц

0.211868 сек Похибка за струмом: 0.0500 % Imax

Продовжувати? Так Ні

Рис. 9.46. Параметри аналізу симетричних складових в часі

В полях відображення *"Ua", "Ub", "Uc", "Ia", "Ib", "Ic"* виводяться назви сигналів, які повинні відповідати відповідним напругам та струмам. Якщо такої відповідності немає, необхідно відмінити аналіз, натиснувши кнопку **"Ні"** та у вікні відображення сигналів відредагувати їх послідовність, наприклад, розділивши координати по окремих підвіках у відповідній послідовності: Ua, Ub, Uc, Ia, Ib, Ic.

В полях редагування *"На діапазоні"* можна змінити діапазон аналізу. В полі *"Частота"* змінити частоту основної гармоніки, яка по замовчуванню задається в конфігурації. В полі редагування *"Похибка за струмом"* задається похибка за струмом з метою, щоб не визначати значення еквівалентних опорів прямої, оберненої та нульової послідовностей для діапазонів часу, де відсутній струм. Ця похибка визначається експериментальним шляхом. Виділяється сигнал зміни струму на часовому відрізку, де його значення повинні бути рівні нулю (наприклад, безструмова пауза АПВ, вимкнення вимикача захистом тощо), але є якесь значення струму за рахунок шумів. Визначається максимальне значення цього струму, збільшується на 10 – 20% і задається у відсотках від максимального

значення. В цьому випадку розрахунок еквівалентних опорів на часових інтервалах, де струм менший заданої похибки, здійснюватись не буде.

Після необхідної корекції у вікні (див. рис. 9.46) необхідно натиснути кнопку **"Так"** – виконається розрахунок симетричних складових на заданому діапазоні часу і на екран дисплея виведеться вікно з результатами розрахунку (рис. 9.48). А у вікні з вихідними сигналами (рис. 9.47).буде змінений часовий діапазон відображення, який буде відповідати заданому (див. рис.9.46).

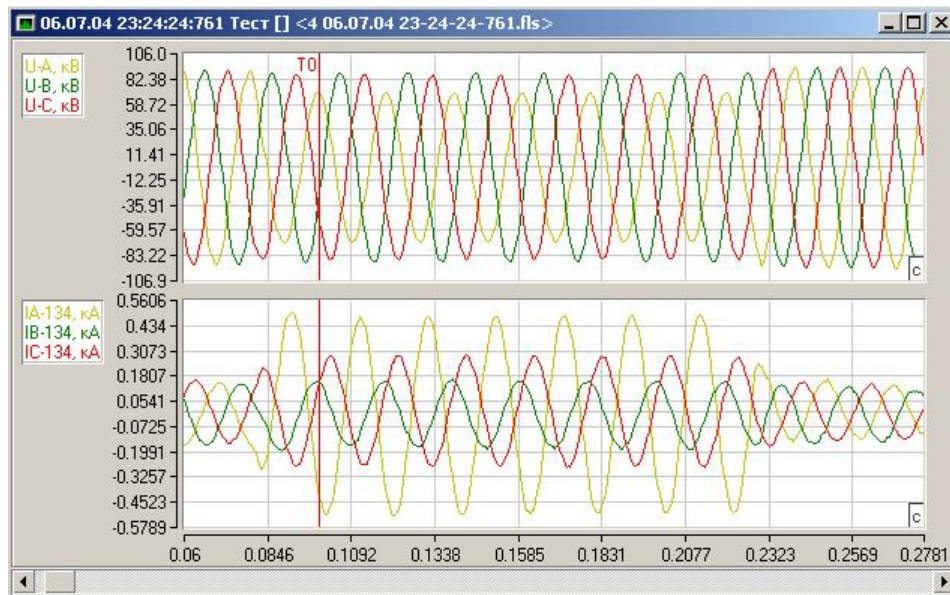


Рис. 9.47. Вікно з вихідними сигналами для аналізу симетричних складових в часі

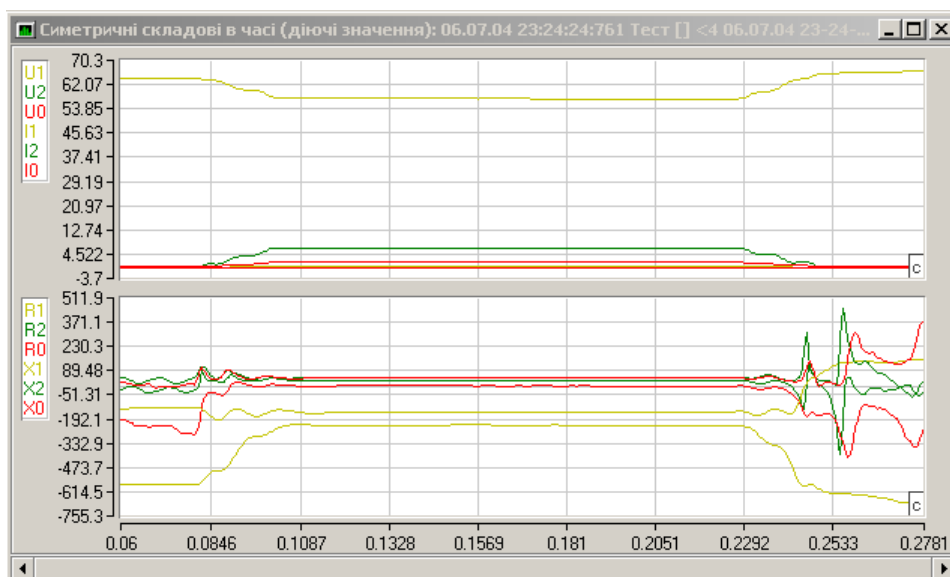


Рис. 9.48. Вікно зміни симетричних складових координат режиму та еквівалентних опорів в часі

Розрахунок симетричних складових струмів та напруг для кожного моменту часу здійснюється за виразами (9.4).

Значення активних та реактивних еквівалентних опорів прямої, оберненої та нульової послідовностей визначаються на основі співвідношень активної та реактивної потужностей для кожної симетричної складової

$$\begin{aligned} P_i &= I_i^2 \cdot R_i, \\ Q_i &= I_i^2 \cdot X_i, \end{aligned} \quad (9.5)$$

де I_i – значення струму для кожної послідовності, отримані за виразами (1), (2), $i=0,1,2$; R_i , X_i – еквівалентні активні та реактивні опори для кожної послідовності, $i=0,1,2$.

Виразивши значення активної та реактивної потужностей через синусні та косинусні складові напруг та струмів відповідних симетричних складових, розрахованих за (9.3), отримуємо формули для розрахунку еквівалентних активних та реактивних опорів симетричних складових

$$\begin{aligned} R_i &= \frac{U_{iC} \cdot I_{iC} + U_{iS} \cdot I_{iS}}{I_{iC}^2 + I_{iS}^2}, \\ X_i &= \frac{U_{iS} \cdot I_{iC} - U_{iC} \cdot I_{iS}}{I_{iC}^2 + I_{iS}^2}. \end{aligned} \quad (9.6)$$

На основі значень цих опорів та статистичної інформації про конкретні лінії електропередачі, експлуатаційний персонал може з достатньою точністю визначити відстань до місця пошкодження на лінії.

9.2.3.12. Функція "Активна та реактивна потужність"

При допомозі даної функції в користувача є можливість прослідкувати, як змінюються в часі на протязі вибраного часового діапазону активна та реактивна потужності P_Q .

Дана функція реалізується аналогічно функції "Симетричні складові в часі" (див. п. 9.2.3.11).

Після реалізації даної функції, отримані результати відобразяться у новому вікні (рис. 9.49).

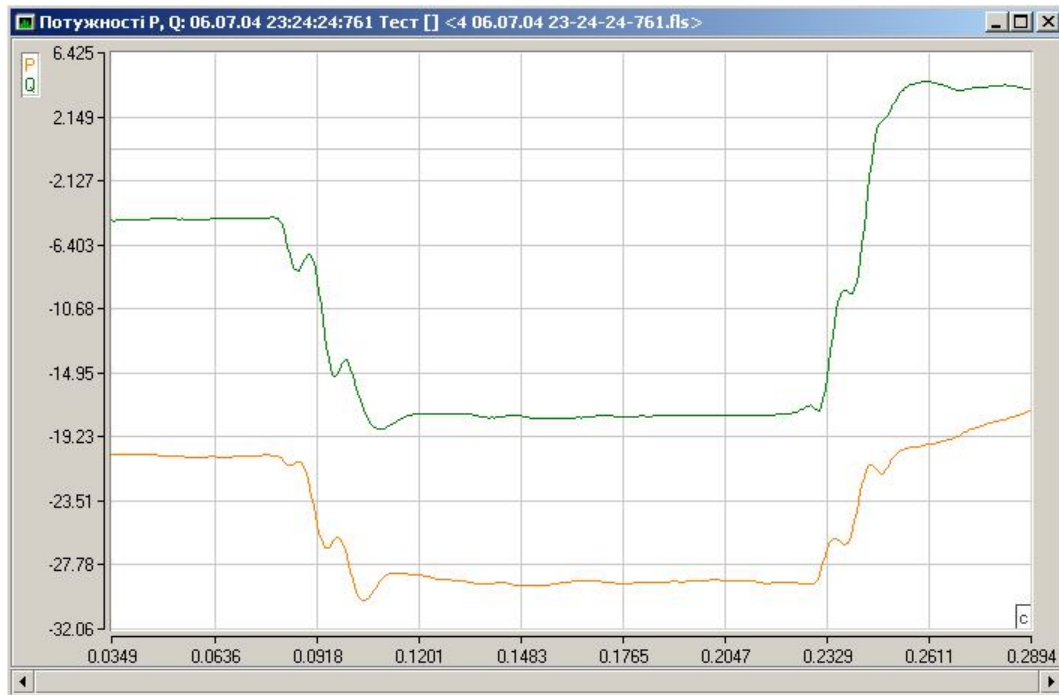


Рис. 9.49. Зміна активної та реактивної потужностей в часі

Розрахунок активної та реактивної потужностей для i -го моменту часу здійснюється на основі виразів:

$$\begin{aligned} P_i &= U_{iC} \cdot I_{iC} + U_{iS} \cdot I_{iS}, \\ Q_i &= U_{iS} \cdot I_{iC} - U_{iC} \cdot I_{iS}. \end{aligned} \quad (9.7)$$

9.2.4. Меню "Конфігурація"

Дане меню містить команди для редагування та збереження конфігурації (рис. 9.50).

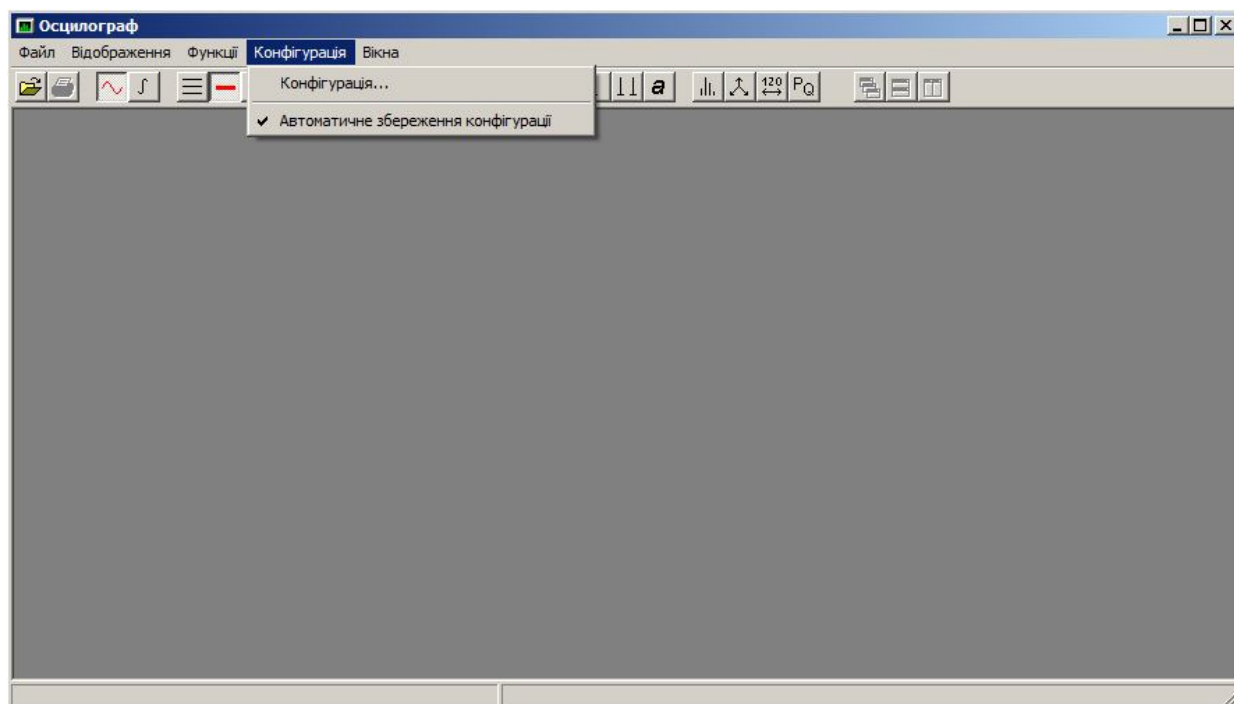


Рис. 9.50. Меню "Конфігурація"

При допомозі даного меню задаються загальні параметри графіки та деякі константи для роботи програми. Це характеристики осей абсцис та ординат (масштаб, тип відображення, тип ліній, встановлення поділок, похибка АЦП, палітра кольорів тощо). Зміни в загальній конфігурації будуть чинні для роботи з новими відображеннями цифrogram, тобто не будуть впливати на цифrogramи, які сформовані до цих змін.

9.2.4.1. Команда "Конфігурація"

Після активізації команди "Конфігурація" на екрані монітора відкриється діалогове вікно (рис. 9.51). Це вікно містить кілька сторінок з параметрами конфігурації.

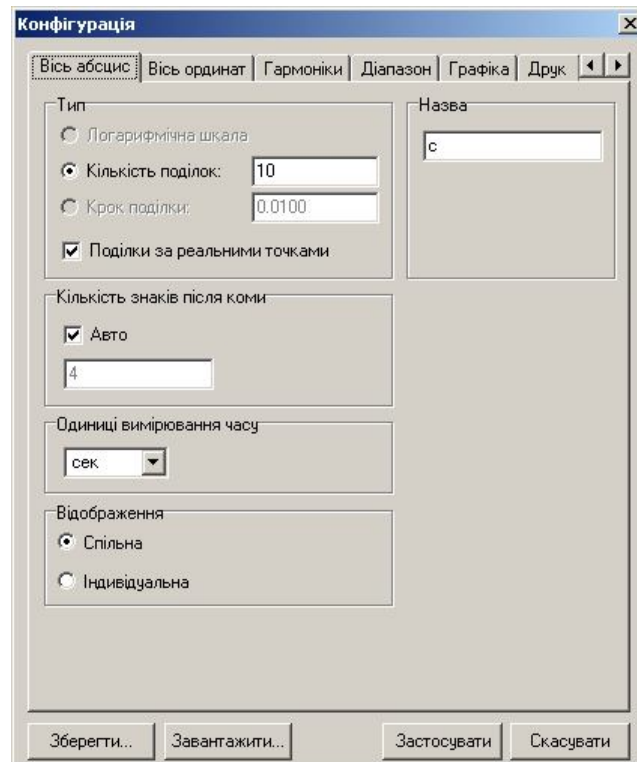


Рис. 9.51. Конфігурація

Сторінка "Вісь абсцис"

Для зміни конфігурації по осі абсцис необхідно у вікні *"Конфігурація"* перейти на сторінку *"Вісь абсцис"* (див. рис. 9.51).

В груповому полі *"Тип"* можна задавати наступний спосіб відображення поділок осі абсцис:

- логарифмічна шкала. В цьому режимі по осі абсцис поділки задаються кратним 10 (100, 10, 1, 0.1 тощо);
- кількість поділок. В цьому режимі в полі редагування задається кількість поділок по осі абсцис;
- крок поділки. В цьому режимі в полі редагування задається крок поділки.

Крім того, передбачена можливість задавати поділки за реальним точками, які записані в файлі цифрограми – незалежний перемикач **"Поділки за реальними точками"**. При активізації цього перемикача режими *"Логарифмічна шкала"* та *"Крок поділки"* є недоступними.

У груповому полі *"Кількість знаків після коми"* в полі редагування можна задавати кількість знаків після коми для відображення значення поділки (перемикач **"Авто"** при цьому має бути не відмічений). У випадку активізації перемикача **"Авто"**, в залежності від порядку значення поділки, автоматично визначається кількість знаків після коми.

У груповому полі *"Назва"* при необхідності можна задавати назву осі абсцис, яка буде відображена у нижньому правому куті підвікна.

У груповому полі *"Одиниці вимірювання часу"* в комбінованому полі передбачена можливість задавати шкалу по осі абсцис в секундах або мілісекундах.

У груповому полі *"Відображення"* можна задавати режим відображення розмітки осей. Ця функція є актуальною для виводу сигналів в окремі підвікна відображення. Якщо вибрати режим *"Спільна"*, то розмітка осі абсцис буде спільною для всіх підвікон відображення. Якщо вибрати режим *"Індивідуальна"*, то розмітка осей буде у кожному підвікні відображення.

Сторінка "Вісь ординат"

Для зміни конфігурації по осі ординат необхідно у вікні *"Конфігурація"* перейти на сторінку *"Вісь ординат"* (рис. 9.52).

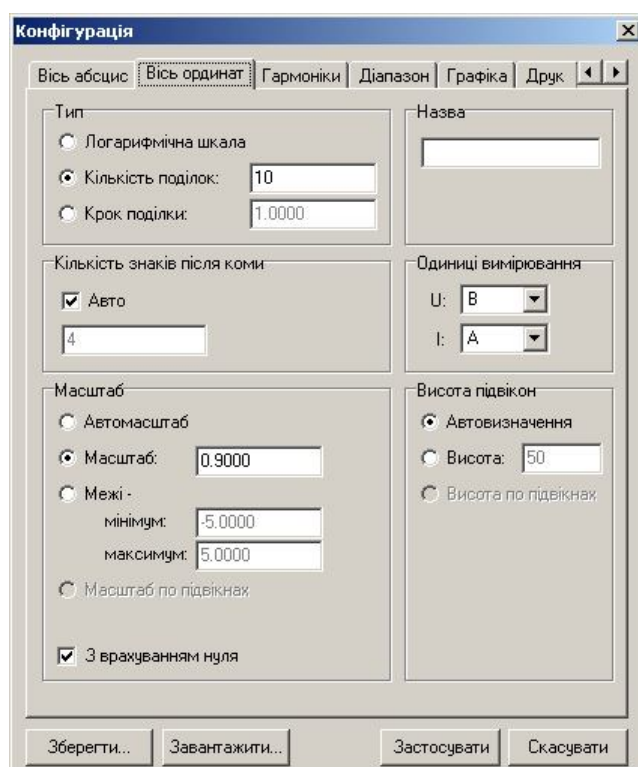


Рис. 9.52. Вісь ординат

Як і при зміні конфігурації по осі абсцис, передбачена можливість здійснювати зміну типу розмітки осі – задавати логарифмічну шкалу, задавати кількість поділок по осі, задавати крок.

Передбачена можливість задавати кількість знаків після коми, а також назву. Ці операції виконуються аналогічно, як і для конфігурації по осі абсцис.

У груповому полі *"Масштаб"* задається режим масштабування сигналів по осі ординат. Передбачені наступні режими:

- автомасштаб. Відображення сигналів автоматично масштабується за висотою підвікна відображення;
- масштаб. У відповідному полі редагування задається коефіцієнт масштабування, згідно якого здійснюється масштабування сигналів у підвікні відображення;
- межі. У полях редагування задаються мінімальна та максимальна межі відображення сигналів.

Крім того передбачений режим масштабування *"З врахуванням нуля"*. Якщо відповідний незалежний перемикач активізований, то відображення у вікні буде здійснюватися з врахуванням нуля.

Є можливість задавати масштаб окремо по підвікнах. Це реалізується за допомогою команди *"Масштаб підвікна"*, яка описана в п. 9.2.1.1.5. У випадку зміни масштабу в одному з підвікон автоматично встановлюється режим *"Масштаб по підвікнах"*.

У груповому полі *"Висота підвікон"* задається висота підвікон відображення сигналів в пікселях. Якщо заданий режим *"Автовизначення"*, тоді висота кожного підвікна визначається автоматично по розміру загального вікна відображення та кількості підвікон. Якщо заданий режим *"Висота"*, тоді висота задається вручну в полі редагування. В цьому випадку на екран дисплея будуть виводитись підвікна заданої висоти. Якщо загальна висота всіх підвікон значна і вони не поміщаються на повний екран дисплея, то їх можна переглядати при допомозі вертикального скролінга, який з'явиться при цьому в правій частині вікна. Якщо загальна висота підвікон менша, ніж висота загального вікна, тоді фактична висота буде більша від заданої, вона буде визначатися в залежності від висоти загального вікна та кількості підвікон.

Є можливість задавати висоту окремо по підвікнах. Це реалізується за допомогою команди *"Масштаб підвікна"*, яка описана в п. п. 9.2.1.1.5. У випадку зміни висоти в одному з підвікон автоматично встановлюється режим *"Висота по підвікнах"*.

Додатково (лише для форматів ІМСКОЕ) передбачена можливість задавати одиниці вимірювання аналогових сигналів: для напруги kB , B , mB , дискрети АЦП, для струмів – kA , A , mA , дискрети АЦП.

Сторінка *"Гармоніки"*

На сторінці *"Гармоніки"* (рис. 9.53) можна задавати інформацію для гармонічного аналізу координат режиму. Передбачена можливість задавати кількість гармонік розкладу, основну частоту, відносно якої здійснюється розклад.

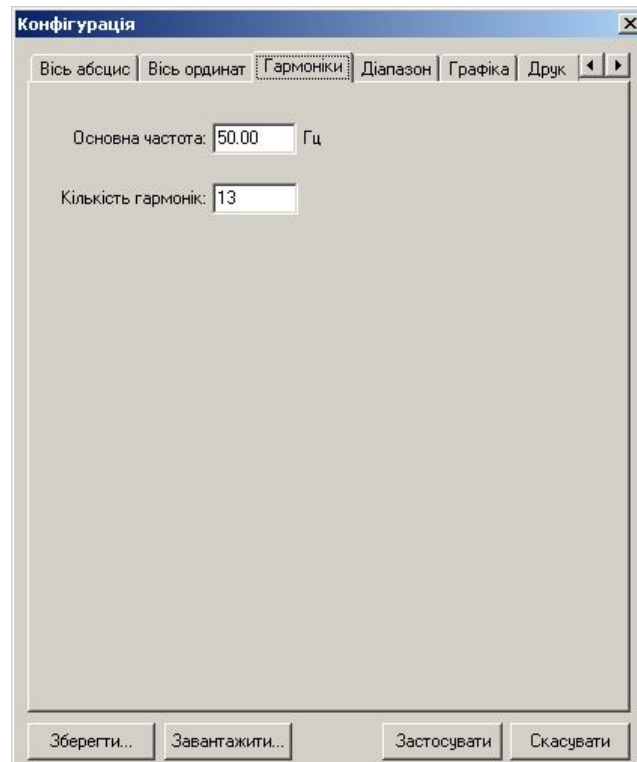


Рис. 9.53. Гармоніки

Сторінка "Діапазон"

На цій сторінці (рис. 9.54) можна задавати діапазон за часом, на протязі якого необхідно відображати сигнали, для годографів задавати кількість точок з відображенням часу, які відобразяться у вікні з зображенням годографа та режим відображення цих точок.



Рис. 9.54. Діапазон

Сторінка "Графіка"

На цій сторінці (рис. 9.55) можна змінювати колір фону, колір осей, надписів, колір та типи ліній відображення сітки, задавати режим відображення сітки (відображати або приховати).

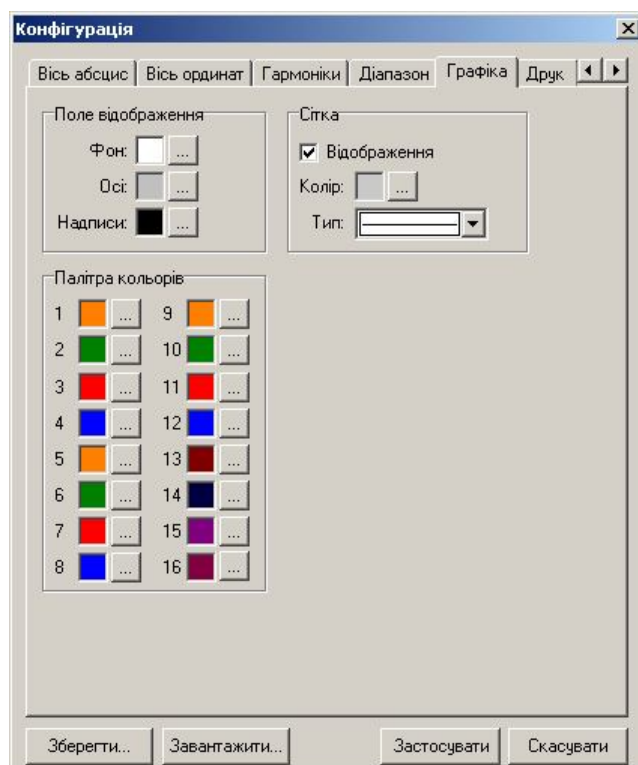


Рис. 9.55. Графіка

Це можна здійснювати в групових полях *"Поле відображення"*, *"Сітка"*.

Для зміни кольорів фону, осей, надписів, сітки необхідно натиснути відповідну кнопку – на екрані з'явиться стандартне діалогове вікно з кольорами, при допомозі якого можна задавати бажаний колір.

Для вибору типу лінії необхідно скористатись комбінованим полем *"Тип"* зі списку якого вибрати потрібний тип лінії сітки.

Для відображення чи приховання сітки у вікнах відображення сигналів необхідно скористатися незалежним перемикачем **"Відображення"**.

В груповому полі *"Палітра кольорів"* задаються кольори, які будуть по замовчуванню встановленні для сигналів в цій самій послідовності. Якщо сигналів є більше 16-и, то для наступних сигналів палітра буде повторюватись.

Сторінка *"Друк"*

Для конфігурації друку необхідно перейти на сторінку *"Друк"* (рис. 9.56).

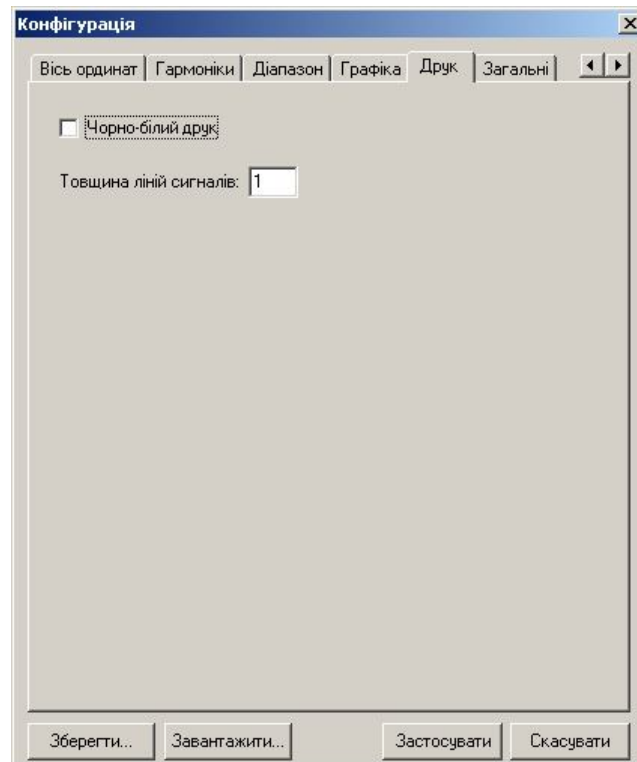


Рис. 9.56. Друк

На цій сторінці можна задавати режим чорно-білого друку – активізувати незалежний перемикач **"Чорно-білий друк"** та змінювати товщини ліній відображення сигналів для друку. Для цього у полі редагування *"Товщина ліній сигналів"* необхідно вказати потрібну товщину.

Сторінка *"Загальні"*

Вигляд сторінки *"Загальні"* наведений на рис. 9.57.

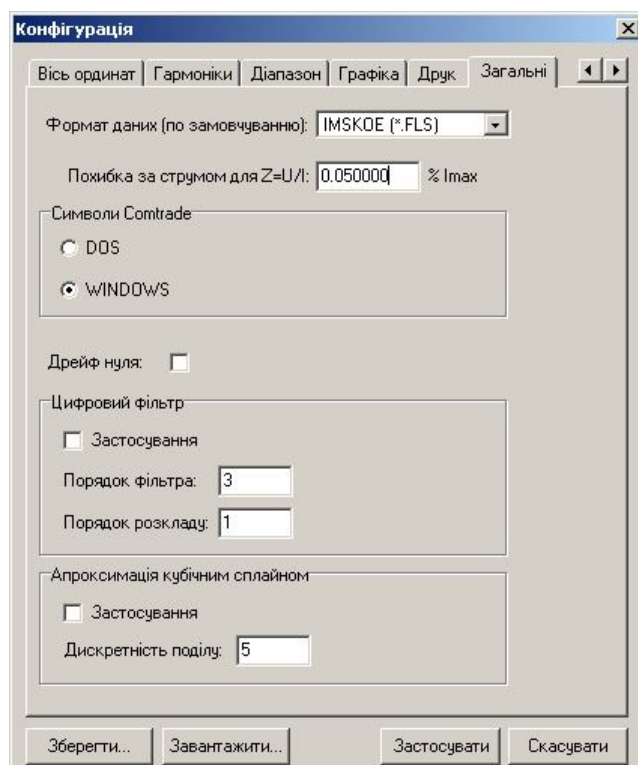


Рис. 9.57. Загальні параметри

На цій сторінці конфігурації задаються загальні параметри:

- формат даних, які будуть автоматично встановлений у вікні вибору цифрограм;
- похибка за струмом, яка використовується під час побудови годографа опору та визначення симетричних складових в часі;
- таблиця символів DOS чи WINDOWS для коректного відображення кирилиці в цифрограмах, записаних в форматі COMTRADE;
- дрейф нуля. Деякі цифрові пристрої РЗА під час запису цифрограм вносять похибку – зміщують координати цифрограми відносно нуля (так званий дрейф нуля). Увімкнувши дану опцію користувач може ліквідувати цей недолік. Але слід пам'ятати, якщо виводяться сигнали з постійною складовою, то при активізованій даній опції, сигнал буде зміщуватись відносно нуля. Тому застосовувати дану опцію потрібно обережно;
- цифровий фільтр для фільтрації записаних цифрограм. За рахунок роботи АЦП пристроїв РЗА, на яких здійснювався запис цифрограм, накладаються додаткові шуми на реальні сигнали. Щоб позбутись цих шумів можна застосовувати цифрові фільтри. В даній програмі передбачена можливість здійснювати цифрову фільтрацію при допомозі цифрового фільтру на основі короткохвильового перетворення – фільтр Добеші. Як і в попередньому випадку застосування цих фільтрів вимагає особливої уваги, тому що невірне їх застосування (невірний вибір порядку фільтра, порядку

розкладу) може привести не до покращення результату, а навпаки, до ще більшого спотворення;

- апроксимація цифрограм кубічним сплайном.

У вікні конфігурації передбачені функціональні кнопки: **"Зберегти"**, **"Завантажити"**.

Вони застосовуються для створення бібліотек конфігурацій. Файли бібліотек мають розширення *.LCG.

Після внесення всіх змін в конфігурації для її запису у бібліотеку необхідно натиснути кнопку **"Зберегти"**.

Зчитування конфігурації з бібліотеки здійснюється натисненням кнопки **"Завантажити"**.

9.2.4.2. Команда "Автоматичне збереження конфігурації"

Якщо користувач після внесених змін в конфігурації хоче, щоб створена ним конфігурація автоматично активізовувалась після завантаження програми, необхідно активізувати опцію *"Автоматичне збереження конфігурації"*. У цьому випадку під час виходу з програми конфігурація автоматично запишеться у загальний конфігураційний файл.

9.2.5. Меню "Вікна"

При допомозі команд цього меню можна здійснювати режим відображення вікон з сигналами цифрограм та іншою інформацією на екрані дисплея (рис. 9.58).

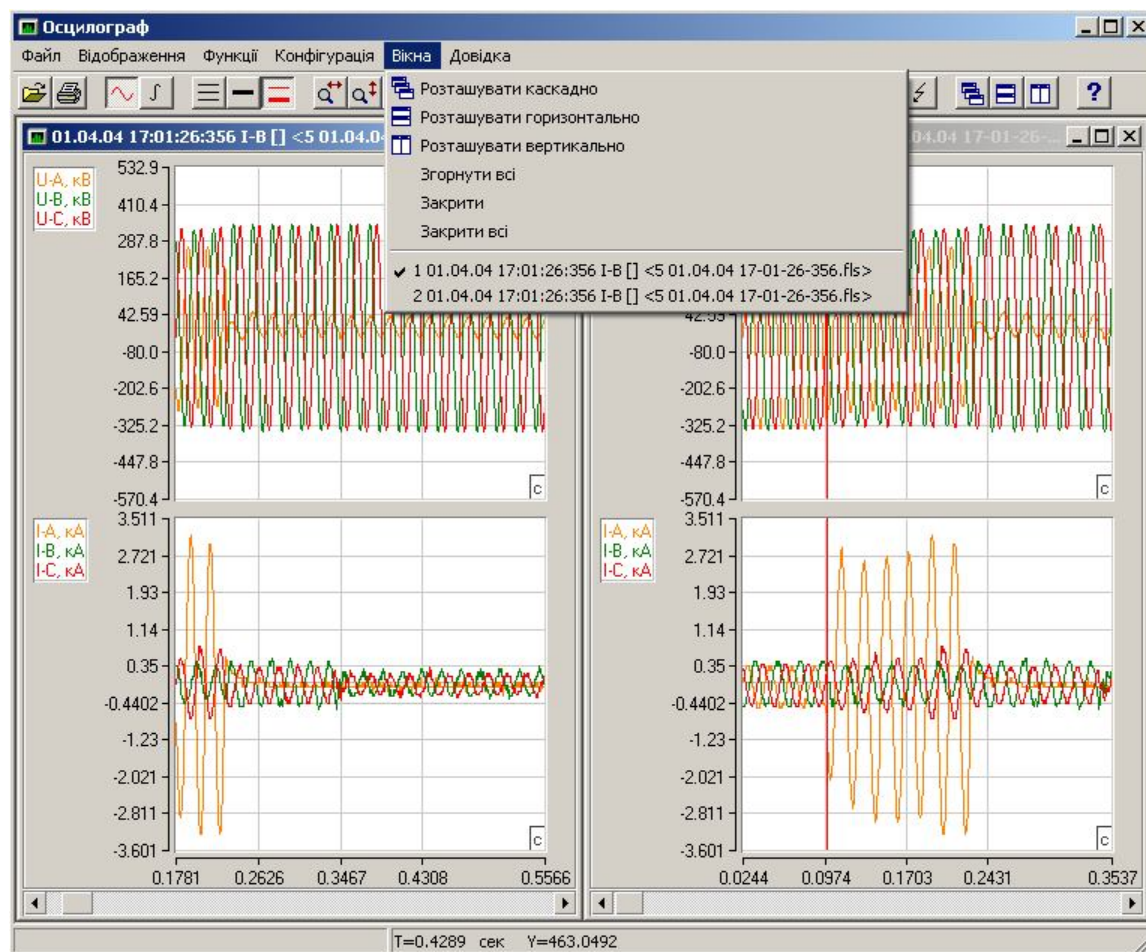





Рис. 9.58. Меню "Вікна"

Це меню містить наступні команди:

- "Розташувати каскадно" ;
- "Розташувати горизонтально" ;
- "Розташувати вертикально" ;
- "Згорнути всі";
- "Закрити";
- "Закрити всі".

Нижче приводиться список із назвами всіх відкритих вікон. Активне вікно є відмічене "галочкою". Для активізації іншого вікна можна його вибрати з цього списку.

10. МОДУЛЬ "MP3C-05M"

10.1. Загальні положення

Модуль "MP3C-05M" призначений для автоматичної перевірки пристрою мікропроцесорного захисту, автоматики, контролю та управління приєднань 10 кВ, 6 кВ МРЗС – 05М. Автоматична перевірка здійснюється за наперед сформованими сценаріями, в яких вказуються параметри для перевірки та її етапи.

Запуск модуля "MP3C-05M" здійснюється ініціалізацією команди "MP3C-05M" меню "Модуль" (див. рис. 2.2).

10.2. Приєднання пристрою МРЗС-05М для перевірки

На рис. 10.1. наведена схема приєднання "ПРИСТРОЮ" з МРЗС-05М, за допомогою якої здійснюється перевірка останнього.

Під'єднання струмових кіл є незмінним для проведення перевірки будь-якого пристрою МРЗС-05М незалежно від його модифікації.

Під'єднання напругових кіл для подачі напруги нульової послідовності 3U0 від "ПРИСТРОЮ" може бути довільним, але потрібно вказувати вибрані кола напруги на сторінці "Конфігурація" (див. п.10.3. Сторінка "Конфігурація").

Дискретні виходи та входи пристрою МРЗС-05М, а також дискретні входи та виходи "ПРИСТРОЮ" можна вибирати довільно, але при цьому необхідно здійснити відповідне ранжування. Про ранжування детально описано в п. 10.6. Сторінка "Бінарні сигнали".

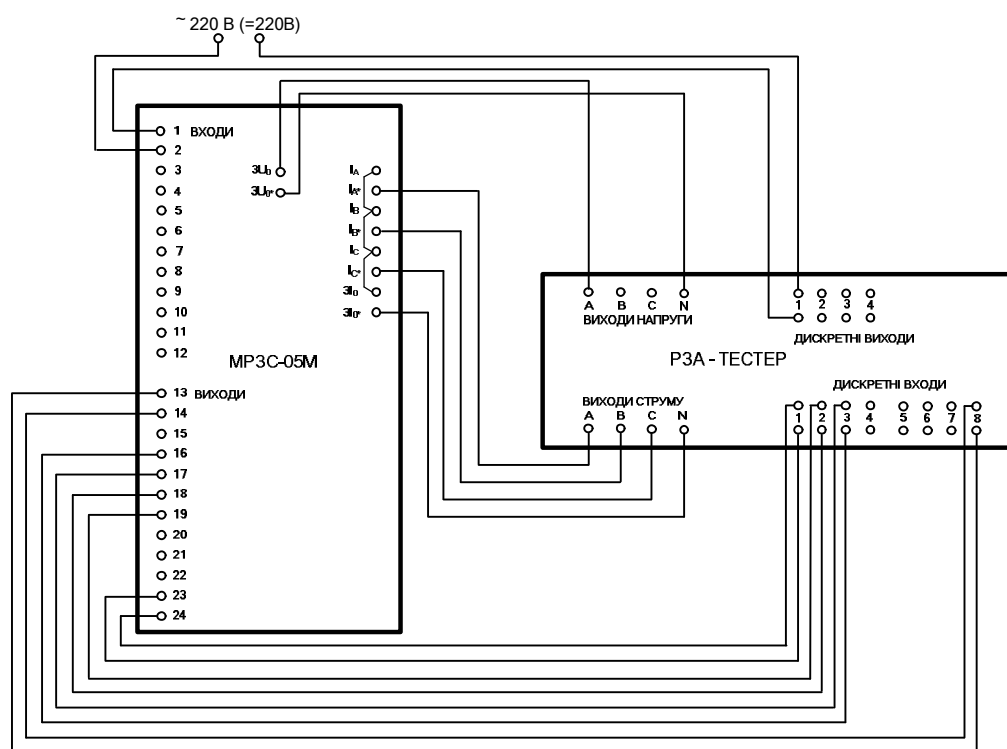


Рис. 10.1. Приєднання "ПРИСТРОЮ" до МРЗС-05М

10.3. Сторінка "Конфігурація"

Після активізації модуля "MP3C-05M" на екран дисплея виведеться вікно (рис. 10.2).

Рис. 10.2. Сторінка "Конфігурація"

На сторінці "Конфігурація" розміщені групові поля "Пристрій", "Змінний струм", "Коефіцієнти трансформації", "Режим роботи струмових каналів", "Канал 3U0", "Порт обміну з MP3C".

В груповому полі "Пристрій" у відповідних текстових полях вводиться інформація про станцію (підстанцію), де буде експлуатуватись даний пристрій MP3CA-05M, приєднання, на якому він буде розміщений, сама назва пристрою та прізвище перевіряючого. В принципі заповнення всіх полів є необов'язковим. В цьому випадку в протоколі перевірки у відповідних місцях ніяка текстова інформація відображатись не буде. На процес перевірки відсутність інформації в текстових полях не впливає.

В цьому ж груповому полі у відповідних полях задається також інформація про серійний номер пристрою, версія прошивки та номер пристрою в мережі (значення номеру пристрою в мережі не може бути більшим, ніж 255). Поле "Версія прошивки" заповнюється автоматично після приєднання пристрою для перевірки і коректуватись з ПК не може.

В груповому полі "Змінний струм" у відповідних полях задаються значення номінальної частоти $f_{\text{ном}}$ (по замовчуванню задається значення 50 Гц); номінальне значення лінійної

напруги $U_{\text{ном.л}}$ (по замовчуванні задається значення 100 В) або фазної $U_{\text{ном.ф}}$ (по замовчуванню задається значення 57,74 В); максимальне значення напруги, яку необхідно генерувати пристроєм по каналу напруги (по замовчуванню задається максимальне значення напруги, яку може генерувати пристрій, наприклад, 125 В); максимальне значення струму I_{max} , (по замовчуванню задається значення, яке відповідає можливостям пристрою, наприклад, якщо пристрій може генерувати максимальний струм 15 А, то у відповідному полі буде відображене 15 А, якщо 20 А, то буде відображене значення 20 А); номінальний струм $I_{\text{ном}}$ (по замовчуванні задається значення 1 А).

В груповому полі "*Коефіцієнти трансформації*" задаються значення коефіцієнтів трансформації трансформатора струму нульової послідовності TAN, трансформатора напруги TV та лінійного трансформатора струму ТА. По замовчуванню у всіх полях задається значення 1.

В груповому полі "*Режим роботи струмових каналів*" задається можливий режим роботи струмових кіл. Можливі наступні режими роботи струмових каналів: А-В-С, А-В, В-С, А-С, А-N, В-N, С-N.

В груповому полі "*Канал $3U_0$* " задається канал, по якому буде формуватись напруга, яка використовується для перевірки спрямованого захисту нульової послідовності від однофазних замикань на землю. Можливі три режими роботи каналів напруги: А-N, В-N, С-N. В кожному з цих режимів по вибраному каналу буде генеруватись напруга, значення якої задається на сторінці "*Уставки пристрою*". Вибраний канал необхідно під'єднати до затискачів $3U_0$, $3U_0^*$ пристрою МРЗС-05М, згідно рис. 10.1.

В груповому полі "*Порт обміну з МРЗС*" у відповідних полях задається номер СОМ-порта, через який буде здійснюватись зв'язок з МРЗС та швидкість обміну інформації.

Необхідно пам'ятати, що один з СОМ-портів використовується для зв'язку ПК з "ПРИСТРОЄМ". Він не може бути задіяний для зв'язку з пристроєм МРЗС-05М. Якщо порт вибраний невірно, то біля поля "*Номер*" червоним кольором буде відображене повідомлення "*Немає доступу до СОМ порта*".

В полі "*Швидкість*" передбачена можливість задавати швидкість обміну інформації між ПК та МРЗС. Для даної модифікації МРЗС-05М ця швидкість є незмінною і становить 9600 кбод.

10.4. Сторінка "Уставки пристрою"

Загальний вигляд сторінки "*Уставки пристрою*" наведений на рис. 10.3.

На цій сторінці у відповідних полях задається інформація про параметри спрацювання захистів та АПВ пристрою. Крім цього з цієї сторінки здійснюється запис в пристрій та зчитування з нього його конфігурації.

Всього передбачено три групових поля – "*МСЗ*", "*Захист від замикань на землю*" та "*АПВ*".

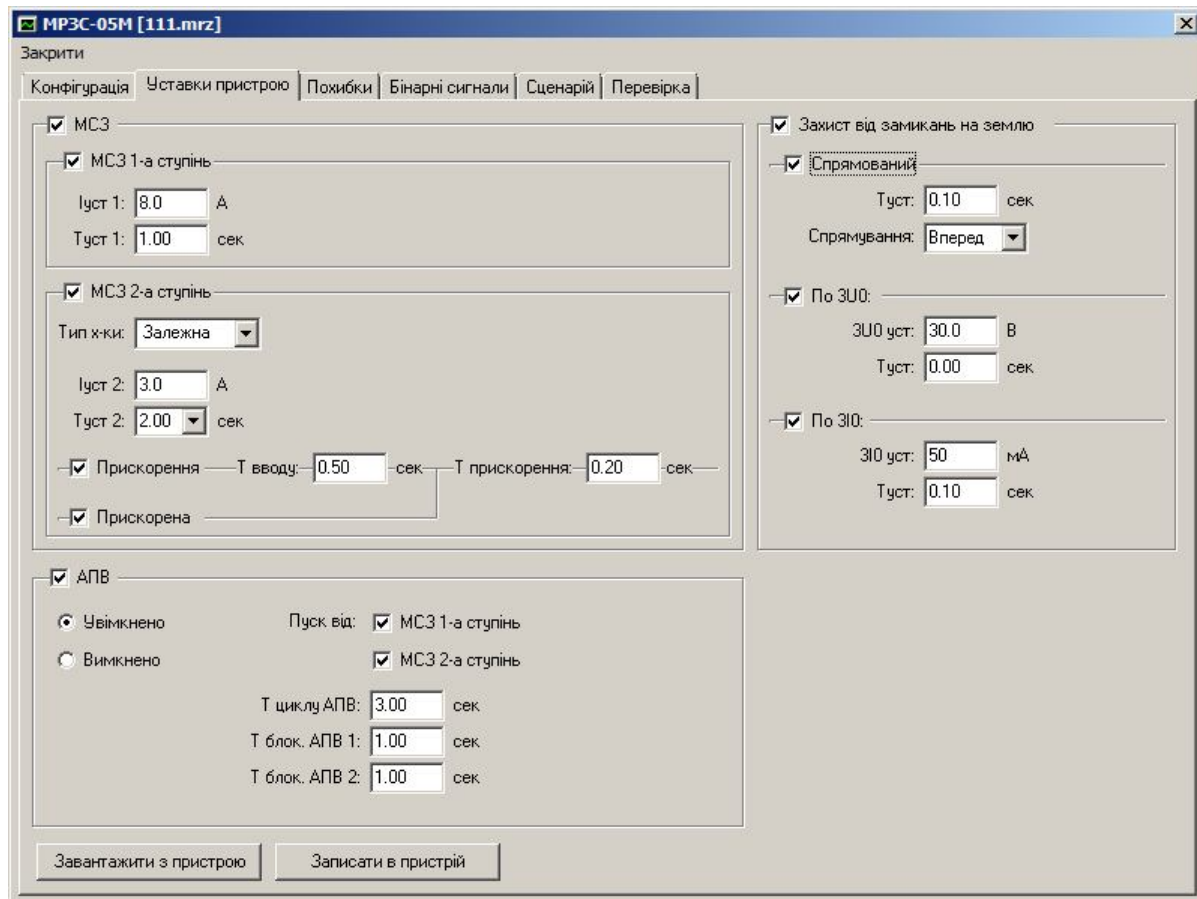


Рис. 10.3. Сторінка "Уставки пристрою"

В груповому полі "МСЗ" задається інформація про струмовий захист від міжфазних к.з. За допомогою незалежного перемикача у верхньому лівому куті передбачена можливість вводити або виводити з роботи цей захист.

У випадку уведення в роботу МСЗ, окремо за допомогою своїх незалежних перемикачів вводяться в роботу кожна з двох ступеней захисту – МСЗ 1-а ступінь, МСЗ 2-а ступінь.

Для МСЗ 1-а ступінь (незалежна) у відповідних полях "*I_{уст1}*", "*T_{уст1}*" задаються значення уставок за струмом та за часом.

Для 2-ї ступені в полі "*Тип характеристики*" задається тип характеристики. Передбачена можливість задавати залежну або незалежну характеристику. В полях "*I_{уст2}*", "*T_{уст2}*" задаються значення уставок 2-ї ступені за струмом та за часом.

В цьому ж груповому полі передбачена можливість вводити прискорення в роботі 2-ї ступені, а також робити її прискореною. Активізація цих режимів здійснюється за допомогою відповідних незалежних перемикачів. Крім цього, у відповідних полях "*T вводу*" та "*T прискорення*" необхідно ввести час вводу прискорення та час прискорення.

В груповому полі "Захист від замикань на землю" задається інформація про захист від замикань на землю. За допомогою незалежного перемикача передбачена можливість вводити або виводити з роботи цей захист. За допомогою незалежних перемикачів можна

ввести в роботу наступні захисти: "*Спрямований*", захист за " $3U_0$ " захист за " $3I_0$ ".

Взаємний ввід в роботу окремих захистів не контролюється.

Для спрямованого захисту задається час спрацювання захисту та його спрямування.

Для захисту за напругою нульової послідовності задаються уставки спрацювання за напругою та часом.

Для захисту за струмом нульової послідовності задаються уставки спрацювання за струмом та часом.

В груповому полі "*АПВ*" задається інформація про АПВ.

За допомогою відповідного незалежного перемикача передбачена можливість вводити або виводити з роботи АПВ. За допомогою незалежних перемикачів можна задавати пуск АПВ від 1-ї або від 2-ї ступені МСЗ.

В окремих полях задаються значення часів роботи АПВ – "*T циклу АПВ*", "*T блок. АПВ1*" та "*T блок. АПВ2*".

На цій же сторінці передбачена можливість запису конфігурації в пристрій та зчитування конфігурації з пристрою.

Для запису конфігурації в пристрій МРЗС-05М необхідно натиснути кнопку "*Записати в пристрів*" – нова конфігурація буде записна в пристрій МРЗС. Слід пам'ятати, що запис інформації буде здійснюватись з сторінок "*Конфігурація*", "*Уставки пристрою*", "*Бінарні сигнали*".

Можна також здійснити зчитування конфігурації з пристрою МРЗС. Для цього необхідно натиснути кнопку "*Завантажити з пристрою*". Зчитана інформація відобразиться на відповідних сторінках.

10.5. Сторінка "Похибки"

Сторінка "*Похибки*" наведена на рис. 10.4.

MP3C-05M [111.mrz]

Закрити

Конфігурація | Уставки пристрою | **Похибки** | Бінарні сигнали | Сценарій | Перевірка

Похибки МСЗ

☒ Відображення похибок

За струмом

Відносна: 10.00 %

Абсолютна: 0.00 А

За часом

<= 5 сек > 5 сек

Відносна: 0.00 0.00 %

Абсолютна: 0.2000 0.2000 сек

Похибки ЗЗ

За ЗІО

Відносна: 10.00 %

Абсолютна: 0.00 А

За ЗІО

Відносна: 10.00 %

Абсолютна: 0.00 А

За кутом

Абсолютна: 10.00 °

Допустимі значення коефіцієнтів повернення

МСЗ:	0.94	-	0.99
За ЗІО:	0.88	-	0.99
За ЗІО:	0.88	-	0.99
За кутом:	7.00	*	

Рис. 10.4. Сторінка "Похибки"

На цій сторінці задаються допустимі похибки параметрів пристрою MP3C-05M. В окремих групових полях задаються похибки МСЗ, похибки НЗЗ та в окремому груповому полі допустимі значення коефіцієнтів повернення окремих ступеней та захистів пристрою.

За допомогою незалежного перемикача "Відображення похибок" можна ініціалізувати режим, за якого задані похибки будуть відображатись під час перевірки разом з характеристиками.

Слід пам'ятати, що задані похибки будуть враховуватись під час тестування, незалежно від того, чи вони будуть відображатись в полі відображення характеристики, чи ні!

В груповому полі "Похибки МСЗ" задаються похибки максимального струмового захисту. У відповідних полях задається відносна та абсолютна похибки за струмом. Системою аналізуються ці дві похибки і буде враховуватись більше з цих значення. Таким чином, якщо користувачеві відоме значення лише відносної похибки, то в полі, де задається абсолютне значення похибки, можна ввести число "0" і навпаки. По замовчуванню для струмів та напруги задаються відносні похибки 10%, абсолютні похибки задаються 0.

За часом для МСЗ задаються окремі значення похибок для двох діапазонів: для діапазону від 0 до 5 секунд та діапазону більше 5 секунд. По замовчуванню відносні похибки для

часу задаються 0, а абсолютні – для діапазону часу до 5 с – 0,01 с, для діапазону більше 5 с – 0,05 с.

Для спрямованого захисту від замикань на землю в груповому полі *"Похибки НЗЗ"* задаються окремо похибки для всіх можливих варіантів цього захисту – захисту за " $3U_0$ ", захисту за " $3I_0$ " та захисту за кутом.

В груповому полі *"Допустимі значення коефіцієнтів повернень"* у відповідних полях задаються граничні значення коефіцієнтів повернень МСЗ (по замовчуванню 0,94 – 0,99), за " $3U_0$ " (по замовчуванню 0,9 – 0,99), за " $3I_0$ " (по замовчуванню 0,9 – 0,99), а також для направленої захисту від замикань на землю – мінімальний кут повернення за кутом (по замовчуванню 5°).

10.6. Сторінка "Бінарні сигнали"

На сторінці *"Бінарні сигнали"* задається інформація про бінарні вхідні сигнали, бінарні вихідні сигнали, визначені функції, світлодіодна індикація. Ця вся інформація розташована на окремих 4-х підсторінках.

10.6.1. Підсторінка "Дискретні входи"

На першій підсторінці розміщена інформація про дискретні входи (рис. 10.5).

МРЗС-05М [111.mrz]

Закрити

Конфігурація | Уставки пристрою | Похибки | Бінарні сигнали | Сценарій | Перевірка

Дискретні входи | Дискретні виходи | Світлодіодна індикація | Визначені функції

Характеристики дискретних входів

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05	ДВ 06	ДВ 07	ДВ 08
Стан	—	—	—	—	—	—	—	—
Характер	—	—	—	—	—	—	—	—
Затримка	0 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс

Функції дискретних входів

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05	ДВ 06	ДВ 07	ДВ 08
Блок. ускор. МТЗ	+							
Блок. МТЗ 1	+							
Блок. МТЗ 2	+							
АЧР / ЧАПВ	+							
Блок. ЗЗ	+							
Опред. функция								
Блок. вкл. ВВ								
Сброс индикации								
Положение ВВ	+							

Ранжування дискретних входів тестера

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05	ДВ 06	ДВ 07	ДВ 08
ДВихід тестера	1	2	3	4	5	6	7	8
ДВхід тестера	1	2	3	4	5	6	7	8

Рис. 10.5. Сторінка "Дискретні входи"

На цій підсторінці інформація про дискретні входи задається в окремих двох таблицях.

В першій таблиці в першому рядку задається інформація про початковий стан – замкнений чи розімкнений, в другому рядку про характер струму – постійний чи змінний, в третьому рядку задається час затримки на спрацювання дискретного входу.

В другій таблиці ранжуються певні функції захисту на конкретні дискретні входи. В стовпцях задаються номери всіх 8 (в деяких модифікаціях 6) дискретних входів пристрою МРЗС. В рядках задаються всі можливі функції, які можуть бути ранжовані на той чи інший дискретний вхід.

В залежності від конфігурації пристрою МРЗС, яка здійснюється на сторінці "Уставки пристрою" (див. рис. 10.3), деякі сконфігуровані функції реалізовуватись пристроєм МРЗС не будуть. В таблиці відповідні рядки будуть відображені світло сірим кольором.

Наприклад, якщо на сторінці "Уставки пристрою" не введений в роботу МСЗ, то не може бути реалізоване його прискорення, блокування 1-ї та 2-ї ступеней.

Ранжування дискретних входів на рис. 10.5 повинно відповідати схемі під'єднання "ПРИСТРОЮ"!

10.6.2. Підсторінка "Дискретні виходи"

Загальний вигляд підсторінки "Дискретні виходи" наведений на рис. 10.6.

MP3C-05M [111.mrz]

Закрити

Конфігурація | Уставки пристрою | Похибки | Бінарні сигнали | Сценарій | Перевірка

Дискретні виходи | Дискретні входи | Світлодіодна індикація | Визначені функції

Функції дискретних виходів

	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	P 07
Сраб. ПО МТЗ 1					+		
Сраб. МТЗ 1		+					
Сраб. ПО МТЗ 2			+				
Сраб. МТЗ 2		+					
Блок. ускор. МТЗ							
Блок. МТЗ 1							
Блок. МТЗ 2							
Аварийное откл.							
Сраб. АПВ	+						
АЧР / ЧАПВ							
Сраб. ПО 33					+		
Сраб. 33		+					
Сектор 33							
Блок. 33							
Сраб. ПО 3U0			+				
Сраб. 3U0		+					
Сраб. ПО 3I0					+		
Сраб. 3I0		+					
Опред. функция							
Блок. вкл. ВВ							
Работа БО							
Работа ВВ							
Сброс индикации							
Неисправность							
Положение ВВ							

Ранжування дискретних входів тестера

	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	P 07
ДВ тестера	8	3	2	4	1	6	7

Рис. 10.6. Сторінка "Дискретні виходи"

На цій підсторінці здійснюється ранжування дискретних виходів. Ранжування здійснюється за допомогою двох таблиць. В таблиці "Функції дискретних виходів" в стовпцях задаються всі 7 (в деяких модифікаціях 5) дискретних виходів пристрою МРЗС. В рядках задаються всі можливі функції, які можуть бути ранжовані на той чи інший дискретний вихід.

В залежності від конфігурації пристрою МРЗС, яка здійснюється на сторінці "Уставки пристрою" (див. рис. 10.3), деякі сконфігуровані функції реалізовуватись пристроєм МРЗС не будуть. В таблиці відповідні рядки будуть відображені світло сірим кольором.

Для контролю "ПРИСТРОЄМ" необхідно дискретні виходи пристрою МРЗС-05М, ранжованих згідно таблиці "Функції дискретних виходів", під'єднати до відповідних дискретних входів "ПРИСТРОЮ". В таблиці "Ранжування дискретних входів тестера" задати відповідні номери дискретних входів "ПРИСТРОЮ".

Ранжування дискретних виходів пристрою МРЗС-05М та ранжування дискретних входів пристрою "РЗА – ТЕСТЕР" повинно відповідати схемі під'єднання пристроїв згідно рис. 10.1.

Вибір відповідних номерів дискретних входів "ПРИСТРОЮ" здійснюється у відповідному комбінованому полі.

Слід пам'ятати, що ранжування дискретних входів "ПРИСТРОЮ" в пристрій МРЗС-05М не записується!

В зв'язку з обмеженою кількістю дискретних виходів на пристрої МРЗС-05М (7 виходів) є деякі обмеження під час їх ранжування:

- на один і той самий дискретний вихід не можна ранжувати пусковий орган МТЗ1 (ПО МТЗ1) та пусковий орган МТЗ2 (ПО МТЗ2);
- спрацювання МТЗ1 та МТЗ2 повинні бути ранжовані на один вихід;
- спрацювання АПВ (Сраб.АПВ) повинно ранжуватись на окремий дискретний вихід, на який не ранжується жоден інший орган.

10.6.3. Підсторінка "Світлодіодна індикація"

Загальний вигляд підсторінки "Світлодіодна індикація" наведений на рис. 10.7.

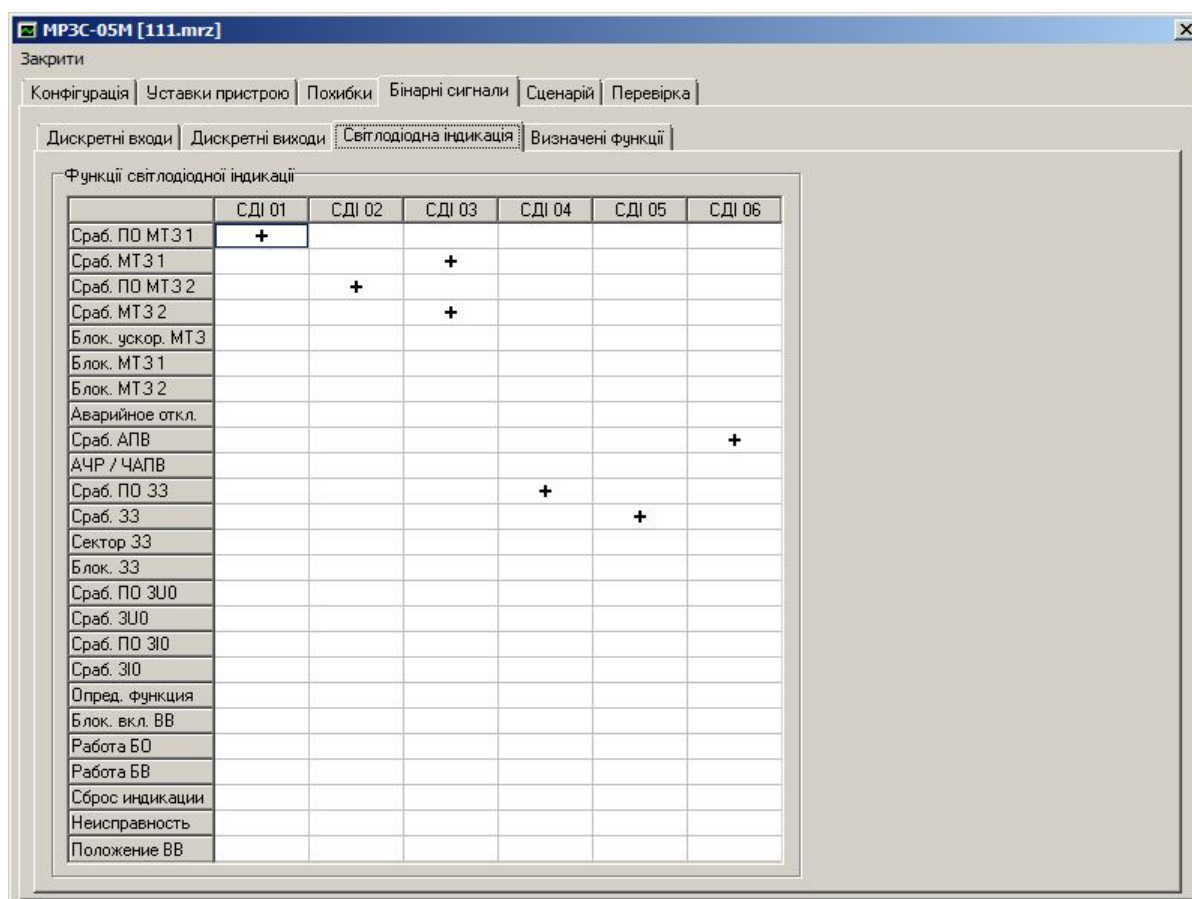


Рис. 10.7. Сторінка "Світлова індикація"

На цій підсторінці здійснюється ранжування світлодіодної індикації. В таблиці "Функції світлової індикації" в стовпцях задаються всі 6 світлодіодів. В рядках задаються всі можливі функції, на які може бути ранжований той чи інший світлодіод.

В залежності від конфігурації пристрою МРЗС, яка здійснюється на сторінці "Уставки пристрою" (див. рис. 10.3), деякі сконфігуровані функції реалізовуватись пристроєм МРЗС не будуть.

10.6.4. Підсторінка "Визначені функції"

Загальний вигляд підсторінки "Визначені функції" наведений на рис. 10.8.

Джерело визначеної функції	
Сраб. ПО МТЗ 1	
Сраб. МТЗ 1	
Сраб. ПО МТЗ 2	
Сраб. МТЗ 2	
Блок. ускор. МТЗ	
Аварийное откл.	
Сраб. АПВ	+
АЧР / ЧАПВ	
Сраб. ПО 33	
Сраб. 33	
Сектор 33	
Блок. 33	
Сраб. ПО ЗУ0	
Сраб. ЗУ0	
Сраб. ПО ЗЮ	
Сраб. ЗЮ	
Блок. вкл. ВВ	
Сброс индикации	
Неисправность	
Положение ВВ	

Рис. 10.8. Сторінка "Визначені функції"

Зліва у відповідних полях задається тип функції (пряма чи обернена), час паузи та час роботи визначеної функції.

В таблиці "Визначена функція" ранжується визначена функція.

В залежності від конфігурації пристрою МРЗС, яка здійснюється на сторінці "Уставки пристрою" (див. рис. 10.3), деякі сконфігуровані визначені функції реалізовуватись пристроєм МРЗС-05М не будуть.

Після закінчення формування необхідних параметрів перевірки необхідно здійснити запис інформації в об'єкт перевірки, який в подальшому може бути використаний для формування сценаріїв перевірки. Для цього необхідно скористатись меню "Об'єкт" (див. рис. 2.4). Про формування об'єктів детально описано в п. 2.3.

10.7. Сторінка "Сценарій"

Загальний вигляд сторінки "Сценарій" наведений на рис. 10.9.

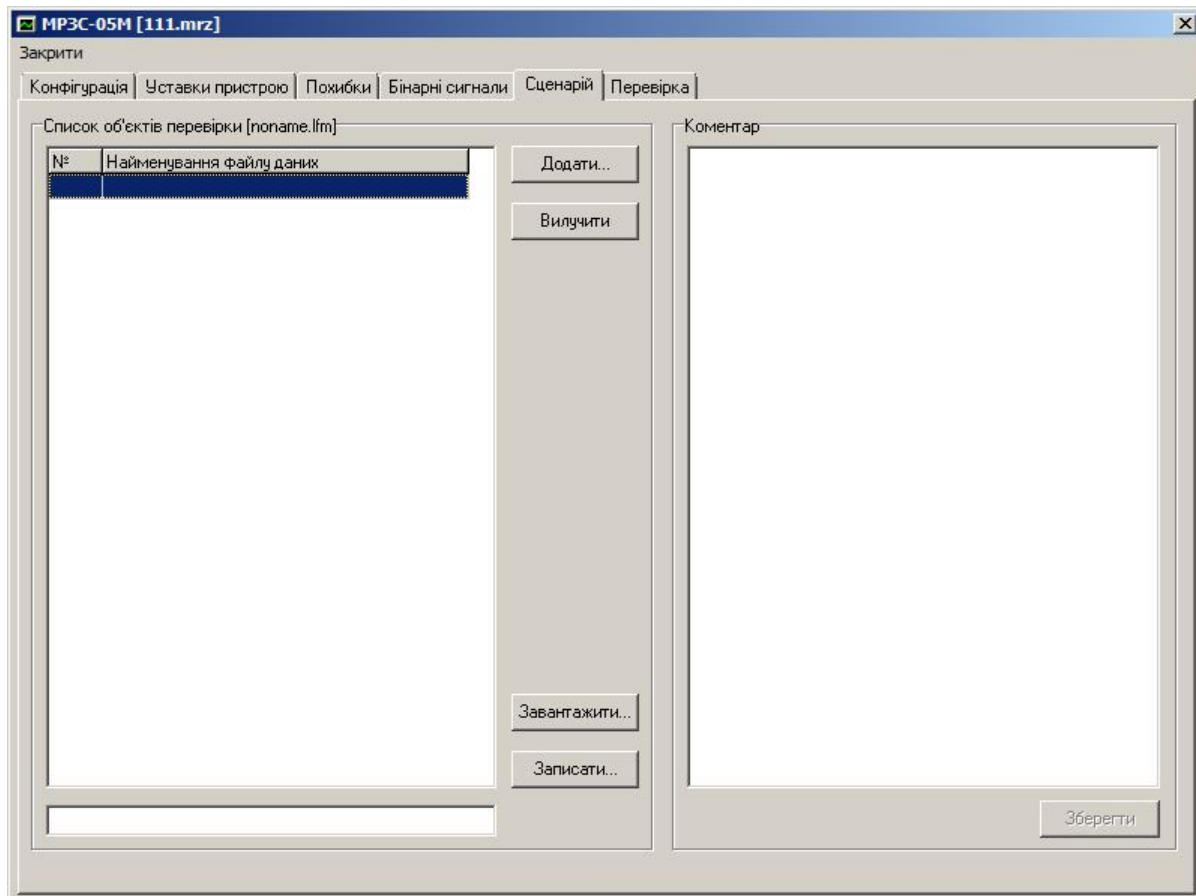


Рис. 10.9. Сторінка "Сценарій"

На цій сторінці можливі операції з об'єктами, в яких записана інформація про перевірку пристрою MP3C. У вікні "Список об'єктів перевірки" задається перелік об'єктів, з яких формуються сценарії перевірки. Ці об'єкти сценарію будуть послідовно реалізовуватись під час перевірки пристрою MP3C-05M.

Передбачена можливість додавати до списку сценарію нові об'єкти перевірки (кнопка "Додати"), вилучати об'єкти з загального списку сценарію (кнопка "Вилучити"), завантажувати попередньо сформовані сценарії з файлу (кнопка "Завантажити"), записувати сценарії, які сформовані з окремих об'єктів перевірки у файл на диск (кнопка "Записати").

Для швидкої ідентифікації окремих об'єктів перевірки передбачене поле "Коментар", в якому користувач може записувати будь-яку інформацію про вибраний об'єкт перевірки в текстовому вигляді.

Після формування списку об'єктів сценарію, необхідно перейти на сторінку "Перевірка" та здійснити режим запуску – задані об'єкти сценарію будуть по чергово реалізовуватись та результати перевірки для кожного об'єкту сценарію будуть записуватись в окремий протокол перевірки.

10.8. Перевірка пристрою МРЗС

Безпосередня перевірка пристрою МРЗС здійснюється з сторінки "Перевірка" (рис. 10.10).

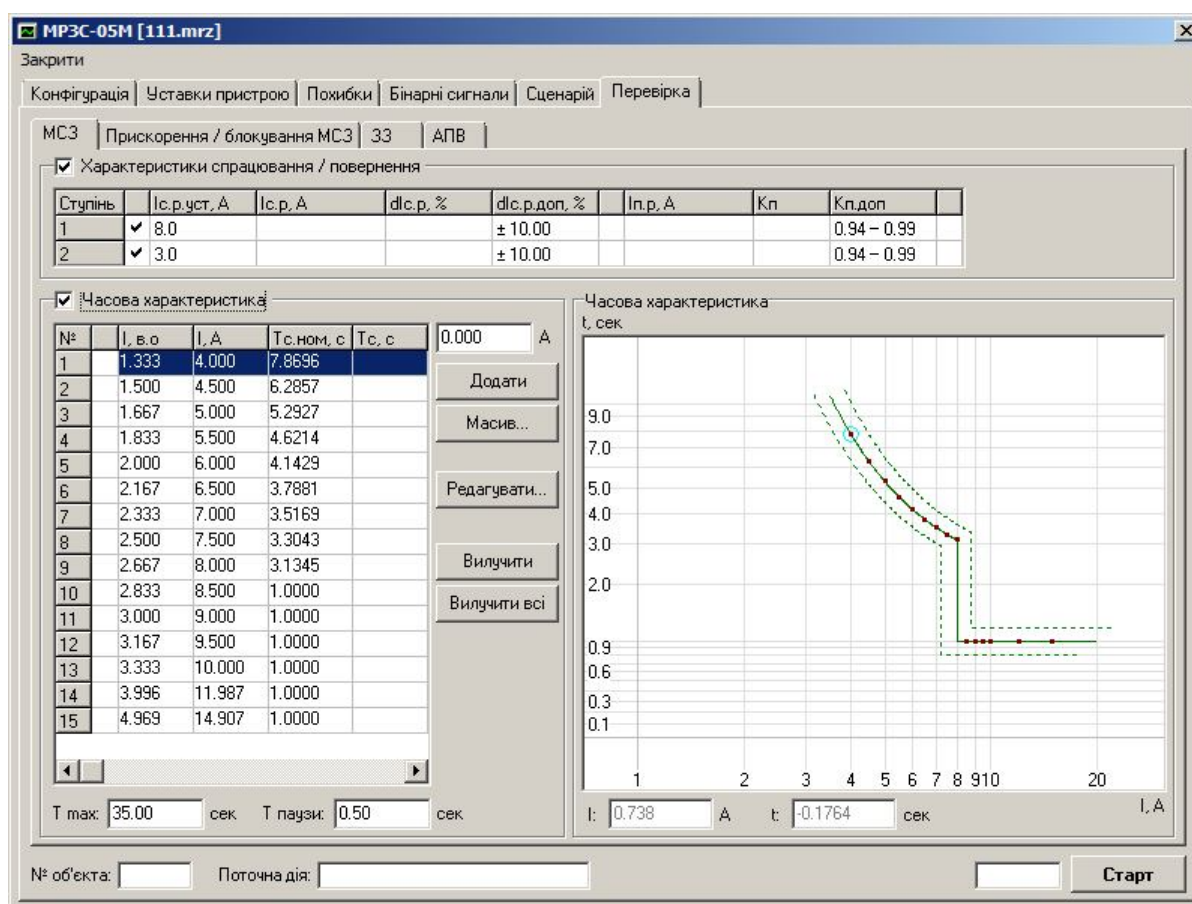


Рис. 10.10. Сторінка "Перевірка"

Перевірка окремих підсистем пристрою МРЗС-05М здійснюється з окремих підсторінок:

- перевірка максимального струмового захисту;
- перевірка спрямованого захисту від однофазних замикань на землю;
- перевірка АПВ.

10.8.1. Перевірка максимального струмового захисту

На підсторінці перевірки максимального струмового захисту (МСЗ) (див. рис. 10.10) здійснюється перевірка наступних характеристик цього захисту:

- характеристики спрацювання (повернення);
- часової характеристики;
- перевірка прискорення МСЗ та прискореного МСЗ;
- блокування МСЗ.

Для того, щоб здійснювалась перевірка кожної з цих характеристик, її потрібно ініціалізувати за допомогою незалежного перемикача.

10.8.1.1. Характеристика спрацювання / повернення

Характеристики спрацювання та повернення перевіряються окремо для двох ступеней, кожен з яких необхідно ініціалізувати (див. рис. 10.10).

Параметри спрацювання та повернення відображаються в таблиці *"Характеристики спрацювання / повернення"*. У стовпці таблиці "Іс.р.уст" відображаються уставки спрацювання першої та другої ступеней, значення яких задаються на сторінці *"Уставки пристрою"*. У стовпці допустимих значень відносних похибок "dІс.р.доп" та допустимих значень коефіцієнтів повернення "Кп.доп" відображаються відповідні значення, задані на сторінці *"Похибки"*.

Перевіряються реальні значення струмів спрацювання реле та струмів повернення реле, які записуються відповідно в стовпцях "Іс.р" та "Іп.р". Здійснюється розрахунок відносних похибок по відношенню до заданих значень уставок, які записуються в стовпці "dІс.р". На основі отриманих значень струмів спрацювання та повернення здійснюється розрахунок значень коефіцієнтів повернення першої та другої ступеней, які записуються в стовпці "Кп". У випадку позитивного результату в 7-му та 11-му стовпцях записується знак "+", в протилежному випадку – знак "-".

10.8.1.2. Часова характеристика

В полі *"Часова характеристика"* здійснюється перевірка часових характеристик МСЗ. Справа відображається зображення часових характеристик 1-ї та 2-ї ступеней згідно уставок, заданих на сторінці *"Уставки пристрою"* (див. рис. 10.10).

Зліва на сторінці в груповому полі *"Часова характеристика"* закладений механізм формування точок перевірки на характеристиці – задаються значення струмів, для яких визначається реальний час спрацювання МСЗ. Формування точок перевірки можна здійснювати двома способами: можна задавати окремі довільні значення струмів, які послідовно будуть записуватись в таблицю, а можна задавати їх у вигляді масиву, кожна точка за струмом є рівновіддалена з певним кроком. Слід пам'ятати, що після формування

множини точок перевірки, виконаних першим чи другим способом, значення їх можна коректувати.

Для того, щоб задати кожну точку окремо, її значення необхідно ввести в текстовому полі, яке розміщене в правому верхньому куті групового поля та натиснути кнопку *"Додати"* – значення точки з'явиться в полі перевірки часової характеристики. Можна також потрібне значення струму задати за допомогою маніпулятора "миші" безпосередньо на відображені часової характеристики та натиснути кнопку *"Додати"*. За допомогою подвійного кліку на характеристиці вибрана точка автоматично додається в таблицю перевірки.

Якщо точки перевірки задаються у вигляді масиву, то їх необхідно сформувати за допомогою кнопки *"Масив"* – у вікні, яке з'явиться після цього необхідно задати перше та останнє значення струму перевірки, а також крок зміни.

Після формування множини точок перевірки, виконаних за першим, чи другим способом, окремі з них можна вилучати, використовуючи кнопку *"Вилучити"*. Можна вилучити всі точки перевірки. Для цього необхідно скористатись кнопкою *"Вилучити всі"*. Можна здійснити редагування окремої виділеної точки з таблиці. Для цього служить кнопка *"Редагувати"*.

Нижче таблиці в окремих текстових полях задаються максимальне значення часу генерування для кожної точки *"Т max"* (у випадку, коли задана точка за струмом буде за межами часової характеристики, під час здійснення автоматичної перевірки, *"ПРИСТРІЙ"* буде генерувати задане значення струму безконечно довго. Тому для обмеження часу генерування струму під час перевірки кожної точки необхідно задавати це значення. Між кожною точкою перевірки необхідно задавати паузу в генеруванні струму *"ПРМСТРОЄМ"*. Цей час враховує необхідну паузу для повернення реле МРЗС-05М у вихідний стан після спрацювання. Значення цієї паузи задається в полі *"Т паузи"*.

В стовпцях таблиці *"I"* та *"Iв.о"* записуються значення струмів для заданих точок перевірки (у відносному та абсолютному вигляді), в стовпці *"Тс.ном"* записується розрахований за часовою характеристикою час спрацювання МСЗ.

Під час проведення досліду для кожної точки перевірки здійснюється аналіз результату – реальний час спрацювання порівнюється з заданим з врахуванням похибки. У випадку успішно проведеного тестування в другому стовпці для кожної точки записується знак *"+"*, в протилежному випадку – знак *"–"*. Час спрацювання записується у стовпці *"Тс"*.

10.8.1.3. Перевірка прискорення МСЗ та прискореного МСЗ

Перевірка часу прискорення МСЗ та прискореного МСЗ здійснюється на сторінці (рис. 10.11).

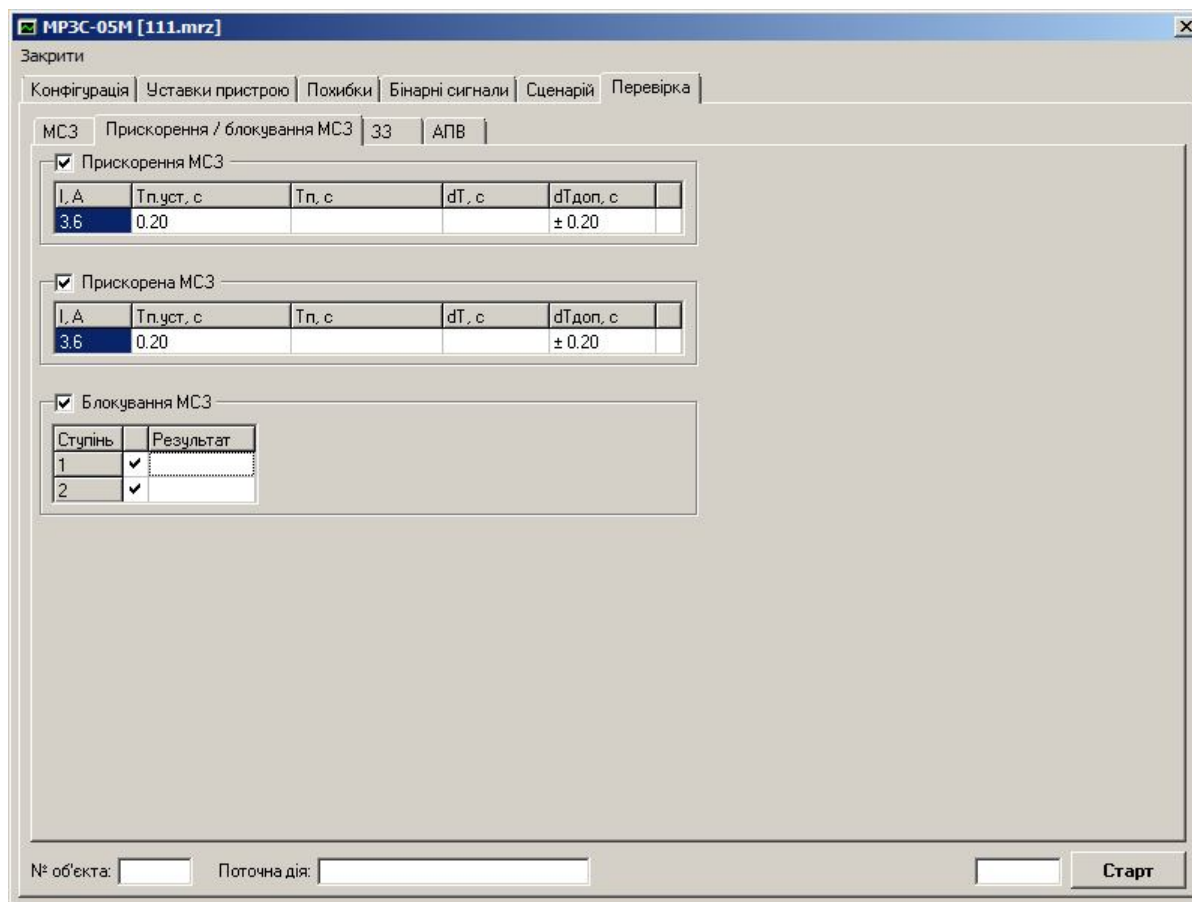


Рис. 10.11. Сторінка "Прискорення / блокування МСЗ"

Результат перевірки часу прискорення МСЗ та прискореного МСЗ відображається в таблицях "Прискорення МСЗ" та "Прискорена МСЗ". Перевірка буде здійснюватися за значення струму спрацювання другої ступені, збільшеним в 1.2 рази. Якщо дослід визначення струму спрацювання не проводився, тоді за значенням уставки збільшеним в 1.2. рази. Величина цього струму відображається у стовпці "I" відповідних таблиць. В стовпці "Тп.уст" відображається значення часу прискорення МСЗ та часу прискореного МСЗ, які задаються на сторінці "Уставки".

Після здійснення перевірки визначається дійсне значення часу прискорення та часу прискореного МСЗ, які відображаються у стовпці "Тп" відповідних таблиць та визначається абсолютна похибка "dT", яка порівнюється з допустимою "dTп.доп", значення якої задається на сторінці "Похибки". У випадку, коли реальна похибка менша допустимої, дослід рахується успішним і в останньому стовпці таблиць відобразиться знак "+". В протилежному випадку відобразиться знак "-".

10.8.1.4. Перевірка блокування МСЗ

Перевірка блокування МСЗ здійснюється на сторінці (див. рис. 10.11).

Результат перевірки відображається у таблиці "Блокування МСЗ".

10.8.2. Перевірка захисту від замикань на землю

Загальний вигляд підсторінки перевірки струмового спрямованого захисту від замикань на землю (33) наведений на рис. 10.12.

MP3C-05M [111.mrz]

Закрити

Конфігурація | Уставки пристрою | Похибки | Бінарні сигнали | Сценарій | **Перевірка**

МСЗ | Прискорення / блокування МСЗ | **33** | АПВ

☐ Струмовий орган

Іс.р.уст, мА	Іс.р, мА	dlc.p, %	dlc.p.доп, %	Іп.р, мА	Кп	Кп.доп
50			± 10.00			0.88 – 0.99

☐ Орган напруги

Ус.р.уст, В	Ус.р, В	dUc.p, %	dUc.p.доп, %	Uп.р, В	Кп	Кп.доп
30.00			± 10.00			0.88 – 0.99

☐ Орган спрямування потужності

Крок зміни кута: 1.00 ° Т паузи: 0.10 сек

ЗІО, мА	ЗІО, В	Phi c.p, °	Phi м.ч, °	Phi c.p.доп, °	Phi п.р, °	Кп, °	Кп.доп, °
60	36.00			-10.00 – 190.00			≤ 7.00

☐ Часові характеристики

	Тс.уст, с	Тс, с	dТс, с	dТс.доп, с
✓ ЗІО	ЗІО = 60 мА	0.10		± 0.20
✓ ЗІО	ЗІО = 36.00 В	0.00		± 0.20
✓ ЗІО	ЗІО = 60 мА; ЗІО = 36.00 В	0.10		± 0.20

☐ Блокування 33

Результат

№ об'єкта: Поточна дія: **Старт**

Рис. 10.12. Сторінка "Перевірка 33"

З цієї підсторінки можна здійснювати перевірку наступних органів струмового спрямованого захисту:

- струмового органу;
- органу напруги;
- органу спрямування потужності;
- часові характеристики;
- блокування 33.

Можна здійснити перевірку параметрів спрацювання, коефіцієнтів повернення та часів спрацювання цих органів.

Для того, щоб здійснити перевірку кожної з цих характеристик, її потрібно ініціалізувати.

10.8.2.1. Перевірка струмового органу

Умови та результати перевірки струмового органу відображаються в таблиці *"Струмовий орган"* (див. рис. 10.12).

У стовпці "Іс.р.уст" відображається уставка спрацювання, величина якої задається на сторінці *"Уставки пристрою"*. У стовпцях "dІс.р.доп" та "Кп.доп" відображаються допустимі похибки за струмом та коефіцієнтом повернення, які задаються на сторінці *"Похибки"*.

Після закінчення перевірки струмового органу у відповідних стовпцях відображаються дійсні значення струму спрацювання та струму повернення. За цими значеннями здійснюється розрахунок коефіцієнту повернення реле та відносне значення похибки спрацювання, які також відображаються в таблиці. Отримані результати порівнюються з заданими похибками. Якщо отримані результати знаходяться в межах допустимих похибок, то в 5-му та 9-му стовпцях відображається знак "+", в протилежному випадку – знак "-".

10.8.2.2. Перевірка органу напруги

Умови та результати перевірки органу напруги відображаються в таблиці *"Орган напруги"* (див. рис. 10.12).

Перевірка органу напруги здійснюється подібно, як і струмового, тільки в якості параметру перевірки замість струму нульової послідовності фігурує напруга нульової послідовності.

10.8.2.3. Перевірка органу спрямування потужності

Умови та результати перевірки органу спрямування потужності відображаються в таблиці *"Орган спрямування потужності"* (див. рис. 10.12).

Для перевірки зони спрацювання на сторінці *"Уставки пристрою"* задаються значення струму нульової послідовності 3І0 та напруги нульової послідовності 3U0. Ці значення відображаються у стовпцях таблиці "3І0" та "3U0" відповідно.

В полі "Крок зміни кута" задається крок за зміною кута між напругою нульової послідовності та струмом нульової послідовності. Під час проведення дослідів кут напруги нульової послідовності залишається незмінним, а кут струму нульової послідовності змінюється з заданим кроком. Для кожного значення кута перевіряється стан вихідного реле.

Зміна кута вектора струму нульової послідовності здійснюється починаючи від 0 °. Коли контакти вихідного реле змінили свій стан, наприклад, замкнулись, фіксується кут спрацювання, при якому це відбулося і далі продовжується зміна кута до 360 °. Під час цієї зміни контакти реле ще раз змінили свій стан, наприклад, повернулись – фіксується кут повернення реле. Після цього знову здійснюється зміна кута, але вже в протилежному

напрямку – від 360° до 0° . За цей час фіксується навпаки, кут спрацювання та кут повернення реле.

За отриманими результатами визначається зона спрацювання реле, визначається кут максимальної чутливості. Результати записуються у відповідних стовпцях таблиці. Зона спрацювання порівнюється з допустимою. У випадку, коли зона спрацювання знаходиться в допустимих межах, в 5-у стовпці відображається знак "+", в протилежному випадку – "-".

Крім цього, за отриманими результатами здійснюється розрахунок двох значень коефіцієнтів повернення (значення записуються у стовпці "Кп"), вибирається з них більше та порівнюється з допустимою похибкою. Якщо це значення є меншим від допустимої похибки, то в останньому стовпці таблиці відображається знак "+", якщо ні – відображається знак "-".

10.8.2.4. Часові характеристики

Умови та результати перевірки часових характеристик відображаються в таблиці *"Часові характеристики"* (див. рис. 10.12).

Передбачена можливість перевіряти часові характеристики – струмового органу нульової послідовності, органу напруги нульової послідовності, органу спрямування потужності.

У стовпці "Тс.уст" відображаються значення очікуваних часів спрацювання відповідних органів, які задані на сторінці *"Уставки пристрою"*. Після виконання досліду у стовпці "Тс" відображаються реальні значення часів спрацювання. За отриманими результатами та заданими значеннями визначається абсолютна похибка, величина якої відображається у стовпці "dТс". Ця похибка порівнюється з заданою (стовпець "dТс.доп"). Якщо результат позитивний, то в останньому стовпці таблиці відображається знак "+", якщо ні – відображається знак "-".

10.8.3. Перевірка АПВ

Загальний вигляд сторінки *"Перевірка АПВ"* наведений на рис. 10.13.

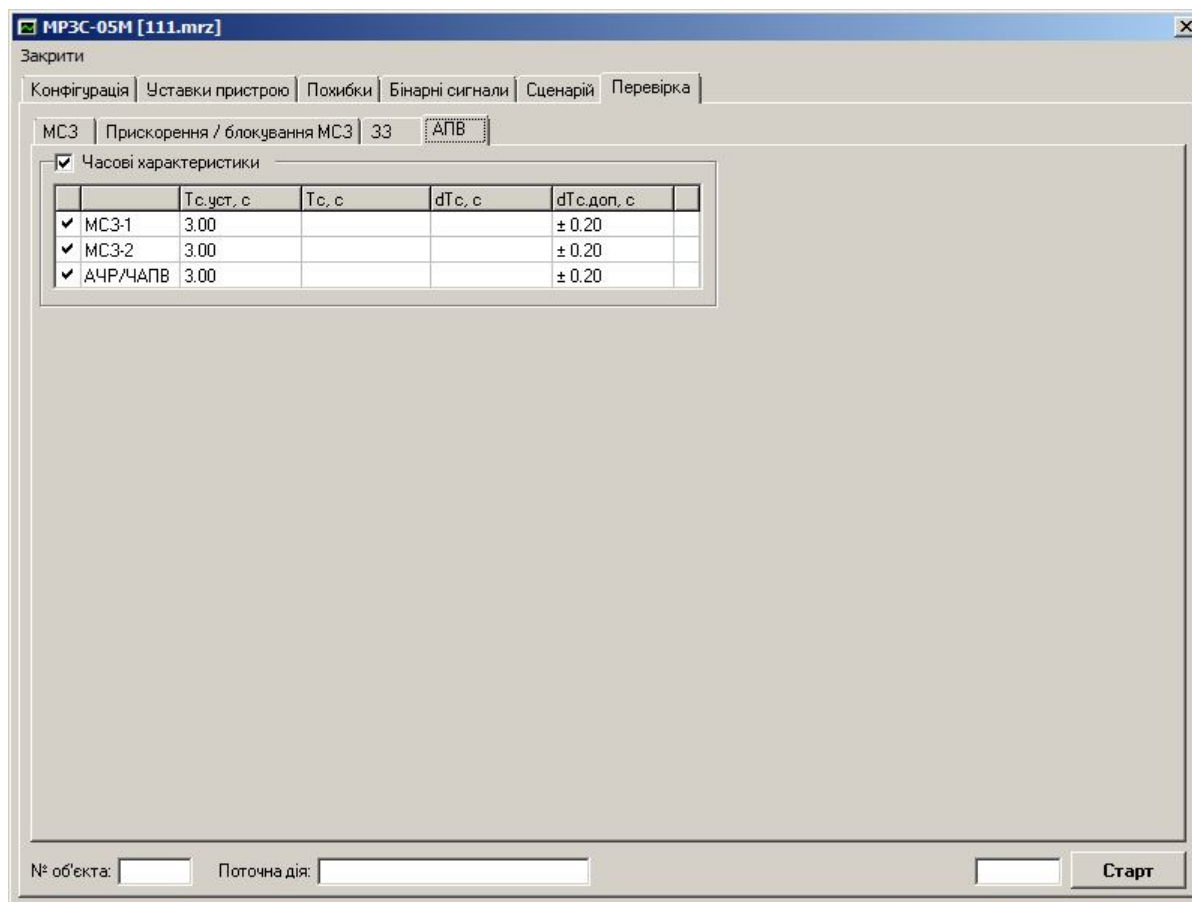


Рис. 10.13. Сторінка "Перевірка АПВ"

З цієї сторінки здійснюється перевірка часу спрацювання АПВ. Перевіряється робота АПВ після спрацювання 1-ї та 2-ї ступеней МСЗ.

У стовпці "Тс.уст" відображаються значення очікуваних часів спрацювання АПВ, які задані на сторінці "Уставки пристрою". Після виконання дослід у стовпці "Тс" відображаються реальні значення часів спрацювання. За отриманими результатами та заданим значеннями визначається абсолютна похибка, величина якої відображається у стовпці "dTс". Ця похибка порівнюється з заданою (стовпець "dTс.доп"). Якщо результат позитивний, то в останньому стовпці таблиці відображається знак "+", якщо ні – відображається знак "-".

Під час проведення дослідів спочатку створюються умови для спрацювання 1-ї ступені МСЗ – задається струм, на 20% більшим уставки спрацювання ступені. Час спрацювання АПВ визначається від моменту спрацювання вихідного реле захисту до моменту появи сигналу на увімкнення вимикача від АПВ. Подібним чином здійснюється перевірка часу спрацювання АПВ від 2-ї ступені.

10.8.4. Запуск пристрою для перевірки

Перевірка пристрою починає здійснюватись після натиснення кнопки *"Старт"*, яка знаходиться на сторінці *"Перевірка"*.

Після цього на екран монітора виведеться діалогове вікно (рис. 10.14.).

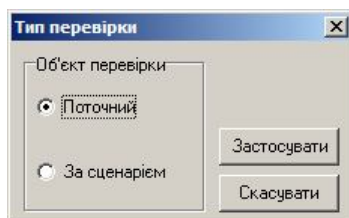


Рис. 10.14. Вибір режиму перевірки

У цьому вікні за допомогою залежного перемикача передбачена можливість задавати один з наступних режимів перевірки:

- за сценарієм. В цьому режимі система буде здійснювати автоматичну перевірку МРЗС-05М послідовно для всіх об'єктів, які утворюють сценарій перевірки, сформований на сторінці *"Сценарій"*. Перед початком перевірки конфігурація з кожного об'єкта буде записуватись в пристрій. Під час перевірки для кожного об'єкта буде створюватись окремий протокол перевірки. Після закінчення перевірки ці протоколи можна вивести на друк, зберегти у файлі;

- поточна. В цьому режимі буде здійснена автоматична перевірка пристрою МРЗ-05М для параметрів, які в даний момент задані на сторінках вікна модуля.

Назва кнопки після переводу *"ПРИСТРОЮ"* в режим генерування змінює назву на *"Смон"*. Процес автоматичної перевірки вибраної характеристики може зупинитись в будь-який момент шляхом натиснення оператором на цю кнопку.

11. МОДУЛЬ "МРЗС-05Л"

11.1. Загальні положення

Модуль "МРЗС-05Л" призначений для автоматичної перевірки пристрою мікропроцесорного захисту, автоматики, контролю та управління приєднань 10 кВ, 6 кВ МРЗС – 05Л. Автоматична перевірка здійснюється за наперед сформованими сценаріями, в яких вказуються параметри для перевірки та її етапи.

Запуск модуля "МРЗС-05Л" здійснюється ініціалізацією команди "МРЗС-05Л" меню "Модуль" (див. рис. 2.2).

11.2. Приєднання пристрою МРЗС-05Л для перевірки

На рис. 11.1. наведена схема приєднання "ПРИСТРОЮ" з МРЗС-05Л, за допомогою якої здійснюється перевірка останнього.

Дискретні виходи та входи пристрою МРЗС-05Л, а також дискретні входи та виходи "ПРИСТРОЮ" можна вибирати довільно, але при цьому необхідно здійснити відповідне ранжування. Про ранжування детально описано в п. 11.6. Сторінка "Бінарні сигнали".

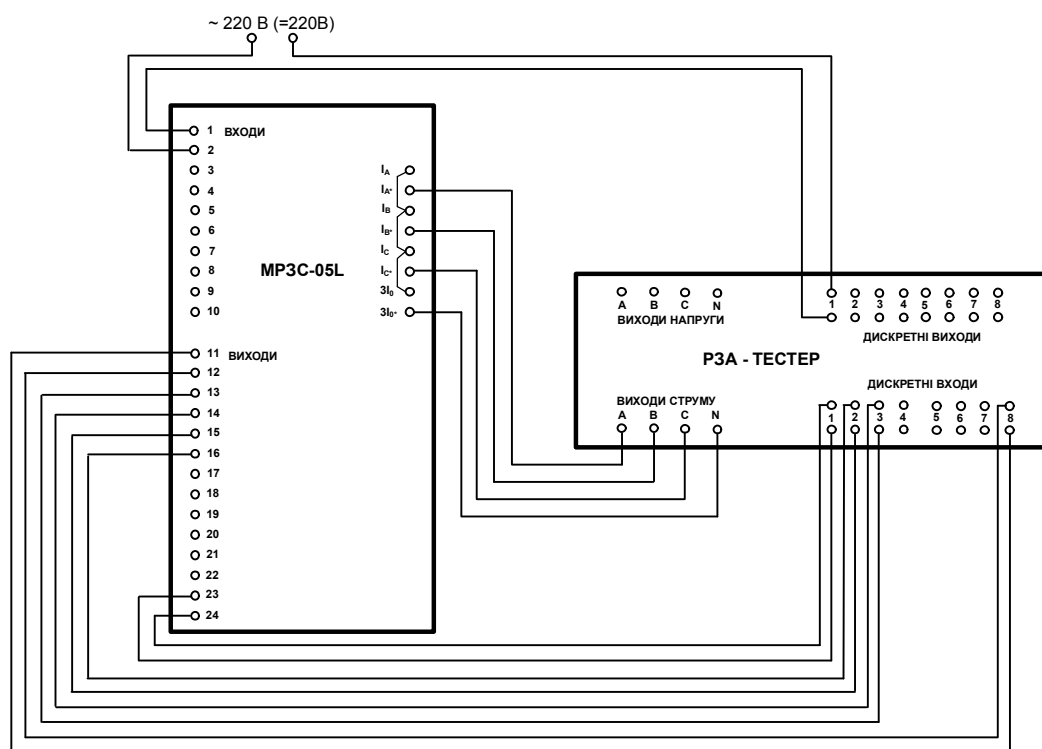


Рис. 11.1. Приєднання "ПРИСТРОЮ" до МРЗС-05Л

11.3. Сторінка "Конфігурація"

Після активізації модуля "МРЗС-05Л" на екран дисплея виведеться вікно (рис. 11.2).

Рис. 11.2. Сторінка "Конфігурація"

На сторінці "Конфігурація" розміщені групові поля "Пристрій", "Змінний струм", "Коефіцієнти трансформації", "Режим роботи струмових каналів", "Характер змни струму", "Порт обміну з МРЗС".

В груповому полі "Пристрій" у відповідних текстових полях вводиться інформація про станцію (підстанцію), де буде експлуатуватись даний пристрій МРЗСА-05Л, приєднання, на якому він буде розміщений, сама назва пристрою та прізвище перевіряючого. В принципі заповнення всіх полів є необов'язковим. В цьому випадку в протоколі перевірки у відповідних місцях ніяка текстова інформація відображатись не буде. На процес перевірки відсутність інформації в текстових полях не впливає.

В цьому ж груповому полі у відповідних полях задається також інформація про серійний номер пристрою, версія прошивки та номер пристрою в мережі (значення номеру пристрою в мережі не може бути більшим, ніж 255). Поле "Версія прошивки" заповнюється автоматично після приєднання пристрою для перевірки і коректуватись з ПК не може.

В груповому полі "Змінний струм" у відповідних полях задаються значення номінальної частоти $f_{\text{ном}}$ (по замовчуванні задається значення 50 Гц; максимальне значення струму I_{max} , (по замовчуванню задається значення, яке відповідає можливостям пристрою, наприклад, якщо пристрій може генерувати максимальний струм 15 А, то у відповідному

полі буде відображене 15 А, якщо 20 А, то буде відображене значення 20 А); номінальний струм пристрою $I_{ном}$ (по замовчуванню задається значення 1А).

В груповому полі *"Коефіцієнти трансформації"* задаються значення коефіцієнтів трансформації трансформатора струму нульової послідовності TAN та лінійного трансформатора струму ТА. По замовчуванню у всіх полях задається значення 1.

В груповому полі *"Режим роботи струмових каналів"* задається можливий режим роботи струмових кіл. Можливі наступні режими роботи струмових каналів: А-В-С, А-В, В-С, А-С, А-Н, В-Н, С-Н.

Слід пам'ятати, що у випадку перевірки захисту оберненої послідовності (ЗОП) необхідно задавати режим роботи струмових каналів А-В-С.

В груповому полі *"Характер зміни струму"* в полі *"Характеристика"* задається характер зміни струму під час перевірки окремих захистів пристрою МРЗС-05Л. Можлива зміна струму за лінійним та нелінійним законами. У відповідних полях *"Час зміни"* для кожного захисту, який перевіряється, задається час зміни струму від 0 до максимального значення. Максимальне значення струму перевірки визначається атоматично – на 20% більшим від уставки відповідного захисту.

В груповому полі *"Порт обміну з МРЗС"* у відповідних полях задається номер СОМ-порта, через який буде здійснюватись зв'язок з МРЗС та швидкість обміну інформації.

Необхідно пам'ятати, що один з СОМ-портів використовується для зв'язку ПК з "ПРИСТРОЄМ". Він не може бути задіяний для зв'язку з пристроєм МРЗС-05Л. Якщо порт вибраний невірно, то біля поля *"Номер"* червоним кольором буде відображене повідомлення *"Немає доступу до СОМ порта"*.

В полі *"Швидкість"* передбачена можливість задавати швидкість обміну інформації між ПК та МРЗС. Для даної модифікації МРЗС-05Л ця швидкість є незмінною і становить 9600 кбод.

У випадку ініціалізації поля *"Зупинка після негативного результату"* після отримання негативного результату на будь-якому етапі комплексної перевірки захисту процес перевірки перерветься. Якщо це поле не буде ініціалізоване і на якомусь етапі отримається негативний результат перевірки, він буде зафіксований, але процес перевірки продовжиться.

За допомогою пунктів головного меню модуля *"Записати"*, *"Зчитати"* передбачена можливість здійснювати запис уставок в МРЗС-05Л з "ПРИСТРОЮ" та здійснювати зчитування уставок з МРЗС-05Л в "ПРИСТРІЙ".

11.4. Сторінка "Захист"

Загальний вигляд сторінки *"Захист"* наведений на рис. 11.3.

На цій сторінці у відповідних полях задається інформація про параметри спрацювання захистів пристрою.

Передбачено чотири групових поля – "МСЗ", "Захист від замикань на землю", "Захист за оберненою послідовністю" та "Блок керування вимикачем".

Рис. 11.3. Сторінка "Захисти"

В груповому полі "МСЗ" задається інформація про струмовий захист від міжфазних к.з. За допомогою незалежного перемикача у верхньому лівому куті передбачена можливість вводити або виводити з роботи цей захист.

У випадку уведення в роботу МСЗ, окремо за допомогою своїх незалежних перемикачів вводяться в роботу кожна з трьох ступеней захисту – МСЗ 1-а ступінь, МСЗ 2-а ступінь та МСЗ 3-а ступінь.

Для 1-ї ступені (незалежної) МСЗ у відповідних полях "*I_{уст1}*", "*T_{уст1}*" задаються значення уставок за струмом та за часом.

Аналогічно для 3-ї ступені (незалежної) МСЗ у відповідних полях "*I_{уст3}*", "*T_{уст3}*" задаються значення уставок за струмом та за часом.

Для 2-ї ступені МСЗ в полі "*Тип характеристики*" задається тип характеристики. Передбачена можливість задавати залежну або незалежну характеристику. В полях "*I_{уст2}*", "*T_{уст2}*" задаються значення уставок 2-ї ступені за струмом та за часом.

В цьому ж груповому полі передбачена можливість вводити прискорення в роботі 2-ї ступені, а також робити її прискореною. Активізація цих режимів здійснюється за допомогою відповідних незалежних перемикачів *"Прискорена"*, *"Прискорення"*. Крім цього, у відповідних полях *"Т вводу"* та *"Т прискорення"* необхідно ввести час вводу прискорення та час прискорення.

В груповому полі *"Захист від замикань на землю"* задається інформація про захист від замикань на землю (ЗЗ). За допомогою незалежного перемикача передбачена можливість вводити або виводити з роботи цей захист. У відповідних полях задаються уставки за струмом *"ЗІО уст"* та за часом *"Т уст"* спрацювання захисту. Крім цього, у полі *"Тип реле"* передбачена можливість задавати аналог захисту від замикань на землю – *"РТЗ-5І"* чи *"УСЗ-2"*.

В груповому полі *"Блок керування вимикачем"* задається інформація про вимикач. У полях *"Час подовження блокування ввімкнення"*, *"Час ввімкнення"* та *"Час вимкнення"* задається відповідна інформація.

11.5. Сторінка "Автоматика"

Загальний вигляд сторінки *"Автоматика"* наведений на рис. 11.4.

На цій сторінці у відповідних полях задається інформація про параметри спрацювання автоматики пристрою МРЗС-05Л. Передбачена можливість в трьох групових полях *"АПВ"*, *"ПРВВ"*, *"АЧР/ЧАПВ"* задавати інформацію про АПВ, ПРВВ, АЧР/ЧАПВ.

В груповому полі *"АПВ"* задається інформація про АПВ.

За допомогою відповідного залежного перемикача передбачена можливість вводити або виводити з роботи АПВ. За допомогою незалежних перемикачів можна задавати пуск АПВ від 1-ї, від 2-ї або від 3-ї ступені МСЗ.

В окремих полях задаються значення часів роботи АПВ – *"Т циклу АПВ"*, *"Т блок. АПВ1"* та *"Т блок. АПВ2"*.

В груповому полі *"ПРВВ"* задається інформація про ПРВВ.

За допомогою відповідного залежного перемикача передбачена можливість вводити або виводити з роботи ПРВВ. За допомогою незалежних перемикачів можна задавати пуск ПРВВ від 1-ї, від 2-ї або від 3-ї ступені МСЗ.

В окремих полях задаються значення часів роботи ПРВВ – *"Т уст.1"*, *"Т уст.2"* та уставку пуску ПРВВ за струмом *"І уст"*.

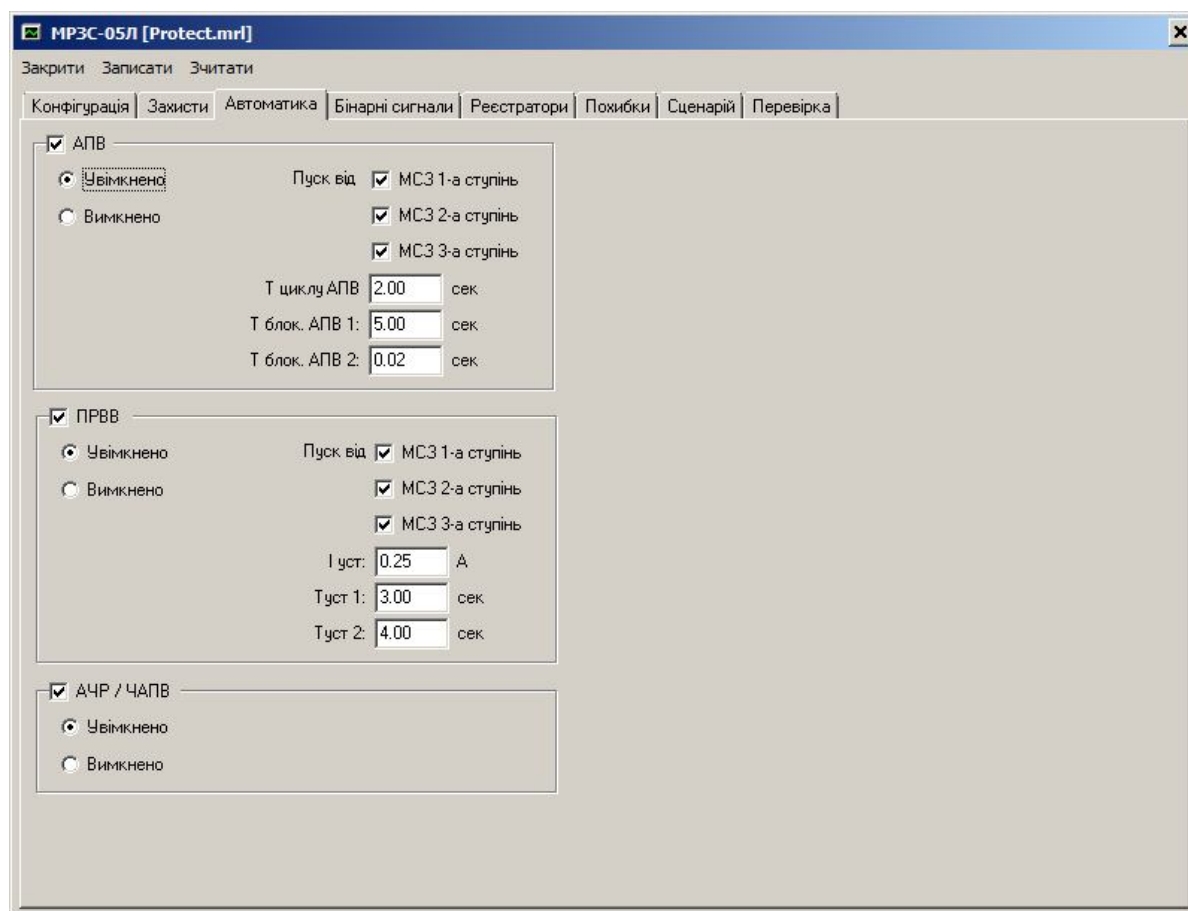


Рис. 11.4. Сторінка "Автоматика"

В груповому полі "АЧР/ЧАПВ" передбачена можливість вмикати чи вимикати залежним перемикачем управління дію АЧР/ЧАПВ від зовнішнього пристрою АЧР/ЧАПВ.

11.6. Сторінка "Бінарні сигнали"

На сторінці "Бінарні сигнали" задається інформація про бінарні вхідні сигнали, бінарні вихідні сигнали, означені функції, світлодіодна індикація та функціональні кнопки пристрою. Ця вся інформація розташована на окремих 5-х сторінках.

11.6.1. Сторінка "Дискретні входи"

На першій сторінці розміщена інформація про дискретні входи (рис. 11.5).

Характеристики дискретних входів

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05
Стан	—	—	—	—	—
Характер	=	=	=	=	=
Затримка	20 мс	0 мс	0 мс	0 мс	0 мс

Функції дискретних входів

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05
ОФ 5					
Блок. вкл. ВВ					
Сброс индикации					
Сброс реле					
Положение ВВ		+			
Вкл. ВВ					
Откл. ВВ					
Блок. МТЗ 1	+				
Блок. ускор. МТЗ	+				
Стат. блк.	+				
АЧР / ЧАПВ	+				
Пуск УРОВ от ДВ	+				
Блок. ЗОП	+				

Ранжування дискретних виходів тестера

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05
ДВихід тестера	1	2	3	4	5
ДВхід тестера	1	2	3	4	5

Рис. 11.5. Сторінка "Дискретні входи"

На цій сторінці інформація про дискретні входи задається в окремих двох таблицях.

В першій таблиці в першому рядку задається інформація про початковий стан – замкнений чи розімкнений, в другому рядку про характер струму – постійний чи змінний, в третьому рядку задається час затримки на спрацювання дискретного входу.

В другій таблиці ранжуються певні функції захисту на конкретні дискретні входи. В стовпцях задаються номери всіх 5 дискретних входів пристрою МРЗС. В рядках задаються всі можливі функції, які можуть бути ранжовані на той чи інший дискретний вхід.

В залежності від конфігурації пристрою МРЗС, яка здійснюється на сторінках "Захисти" та "Автоматика" (див. рис. 11.3, рис. 11.4), деякі сконфігуровані функції реалізовуватись пристроєм МРЗС не будуть. В таблиці відповідні рядки будуть відображені світло сірим кольором. Наприклад, якщо на сторінці "Захисти" не введений в роботу МСЗ, то не може бути реалізоване його прискорення, блокування 1-ї ступені.

Слід пам'ятати, що ранжування дискретних входів на рис. 11.5 повинно відповідати схемі під'єднання пристрою МРЗС-05Л до "ПРИСТРОЮ" (рис.11.1)!

За допомогою третьої таблиці можна здійснювати ранжування, яке відповідає дискретному виходу МРЗС-05Л, дискретному входу та дискретному виходу "ПРИСТРОЮ". Це потрібно для режимів, коли необхідно контролювати час спрацювання вихідного дискретного

сигналу "ПРИСТРОЮ" і одночасно подавати цей сигнал на дискретний вхід МРЗС-05Л. В цьому випадку вихідний дискретний сигнал "ПРИСТРОЮ" необхідно одночасно зранжувати на його відповідний дискретний вхід. Тобто одночасно з'єднуються два дискретних входи ("ПРИСТРОЮ" та МРЗС-05Л) та один дискретний вихід "ПРИСТРОЮ".

Ранжування, виконане в цій таблиці, повинно відповідати фізичному з'єднанню дискретних входів та виходів "ПРИСТРОЮ" та входів МРЗС-05Л.

11.6.2. Сторінка "Дискретні виходи"

Загальний вигляд сторінки "Дискретні виходи" наведений на рис. 11.6.

Функції дискретних виходів

	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06
Неиспр. авар.						
Робота ан. рег.						
Робота д. рег.						
Робота Б0						
Робота БВ					+	
Блок. МТЗ 1						
Блок. ускор. МТЗ						+
Сраб. ПО МТЗ 1	+					
Сраб. МТЗ 1				+		
Сраб. ПО МТЗ 2		+				
Сраб. МТЗ 2				+		
Сраб. ПО МТЗ 3			+			
Сраб. МТЗ 3				+		
Сраб. ПО ЗЮ	+					
Сраб. ЗЮ				+		
Стат. блк.						+
Сраб. АПВ					+	
АЧР / ЧАПВ						+
Пуск УРОВ от ДВ						
Сраб. ПО УРОВ						
Сраб. УРОВ 1						
Сраб. УРОВ 2						
Блок. ЗОП						+
Сраб. ПО ЗОП	+					
Сраб. ЗОП				+		

Ранжування дискретних входів тестера

	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06
ДВ тестера	1	2	3	4	5	6

Тип дискретних виходів

P 01	Командний
P 02	Командний
P 03	Командний
P 04	Командний
P 05	Командний
P 06	Командний

Рис. 11.6. Сторінка "Дискретні виходи"

На цій сторінці здійснюється ранжування дискретних виходів. Ранжування здійснюється за допомогою двох таблиць. В таблиці "Функції дискретних виходів" в стовпцях задаються всі 6 дискретних виходів пристрою МРЗС. В рядках задаються всі можливі функції, які можуть бути ранжовані на той чи інший дискретний вихід.

В залежності від конфігурації пристрою МРЗС, яка здійснюється на сторінках "Захисти" та "Автоматика" (див. рис. 11.3, рис. 11.4), деякі сконфігуровані функції реалізовуватись

пристроєм МРЗС не будуть. В таблиці відповідні рядки будуть відображені світло сірим кольором.

Для контролю "ПРИСТРОЄМ" необхідно дискретні виходи пристрою МРЗС-05Л, ранжованих згідно таблиці "Функції дискретних входів", під'єднати до відповідних дискретних входів "ПРИСТРОЮ". Для цього в таблиці "Ранжування дискретних входів тестера" задати відповідні номери дискретних входів "ПРИСТРОЮ".

Ранжування дискретних виходів пристрою МРЗС-05Л та ранжування дискретних входів "ПРИСТРОЮ" повинно відповідати схемі під'єднання пристроїв згідно рис. 11.1.

Слід пам'ятати, що ранжування дискретних входів "ПРИСТРОЮ" в пристрій МРЗС-05Л не записується!

В зв'язку з обмеженою кількістю дискретних виходів на пристрої МРЗС-05Л (6 виходів) є деякі обмеження під час їх ранжування:

- на один і той самий дискретний вихід не можна ранжувати всі пускові органи МТ31 (ПО МТ31, ПОМТ32, ПОМТ33);
- спрацювання МТ31, МТ32 та МТ33 можуть бути ранжовані на один вихід;
- спрацювання АПВ (Сраб.АПВ) повинно ранжуватись на окремий дискретний вихід, на який не ранжується жоден інший орган.

11.6.3. Сторінка "Світлодіодна індикація"

Загальний вигляд сторінки "Світлодіодна індикація" наведений на рис. 11.7.

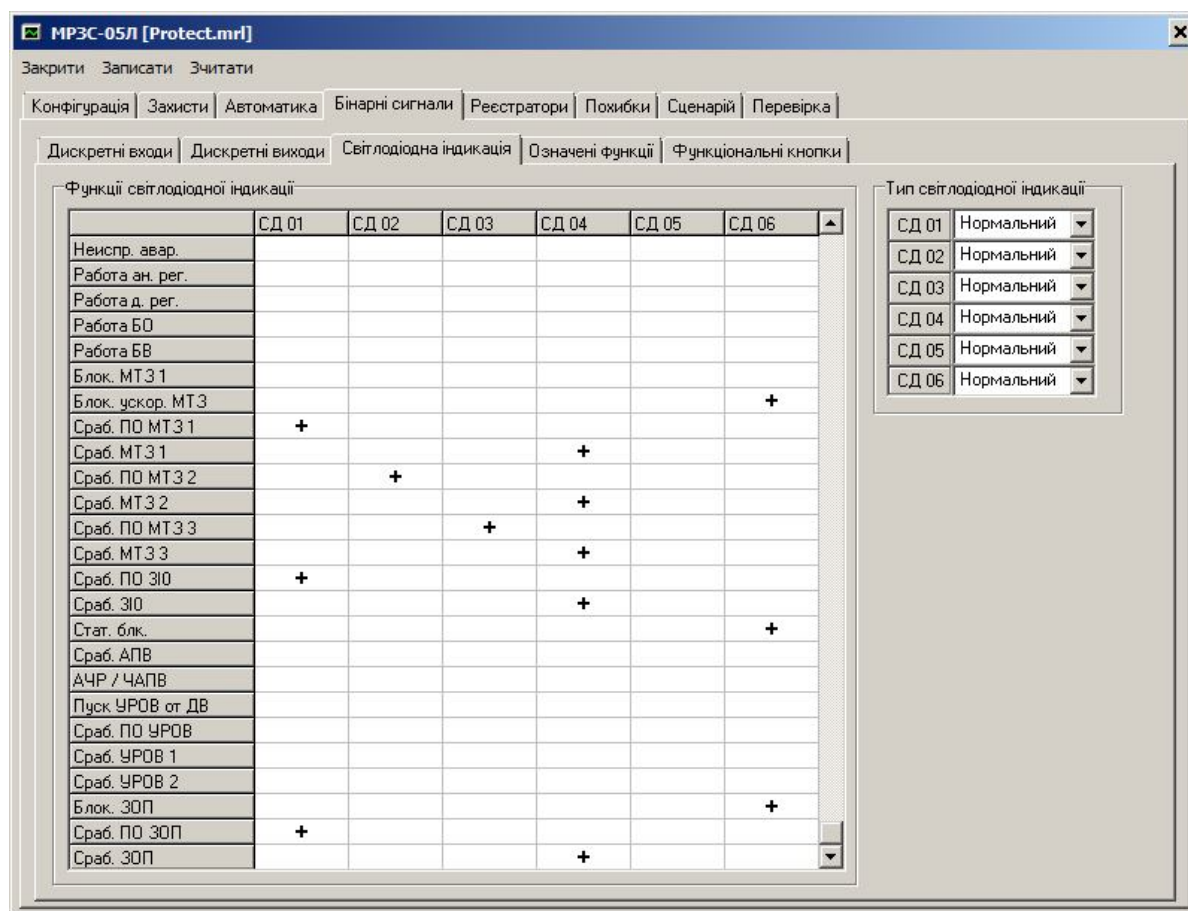


Рис. 11.7. Сторінка "Світлодіодна індикація"

На цій сторінці здійснюється ранжування світлодіодної індикації. В таблиці "Функції світлової індикації" в стовпцях задаються всі 6 світлодіодів. В рядках задаються всі можливі функції, на які може бути ранжований той чи інший світлодіод.

В залежності від конфігурації пристрою МРЗС, яка здійснюється на сторінках "Захисти" та "Автоматика" (див. рис. 11.3, рис. 11.4), деякі сконфігуровані функції реалізовуватись пристроєм МРЗС не будуть. В таблиці відповідні рядки будуть відображені світло сірим кольором.

11.6.4. Сторінка "Означені функції"

Загальний вигляд сторінки "Означені функції" наведений на рис. 11.8.

Параметри означених функцій

	ОФ 1	ОФ 2	ОФ 3	ОФ 4	ОФ 5
Тип	Обернена	Обернена	Обернена	Обернена	Обернена
Час паузи(с)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Час роботи(с)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

Джерело означених функцій

	ОФ 1			ОФ 2			ОФ 3			ОФ 4			ОФ 5			
	+	-	Б	+	-	Б	+	-	Б	+	-	Б	+	-	Б	▲
ОФ 1																
ОФ 2																
ОФ 3																
ОФ 4																
ОФ 5																
Блок. вкл. ВВ																
Сброс индикации																
Сброс реле																
Положение ВВ																
Вкл. ВВ																
Откл. ВВ																
Неисправность																
Неиспр. авар.																
Работа ан. рег.																
Работа д. рег.																
Работа БО																
Работа БВ																

Рис. 11.8. Сторінка "Означені функції"

В груповому полі "Параметри означених функцій" справа у відповідних полях задається тип функції (пряма чи обернена), час паузи та час роботи означеної функції.

В таблиці "Джерело означених функцій" ранжується означена функція.

В залежності від конфігурації пристрою МРЗС, яка здійснюється на сторінках "Захисти" та "Автоматика" (див. рис. 11.3, рис. 11.4), деякі сконфігуровані функції реалізовуватись пристроєм МРЗС не будуть. Не може також реалізовуватись означена функція сама на себе. В таблиці відповідні рядки або клітинки будуть відображені світло сірим кольором.

11.6.5. Сторінка "Функціональні кнопки"

На фасаді пристрою МРЗС-05Л розміщені три функціональні кнопки, через які можна керувати пристроєм вручну.

Загальний вигляд сторінки "Функціональні кнопки" наведений на рис. 11.9.

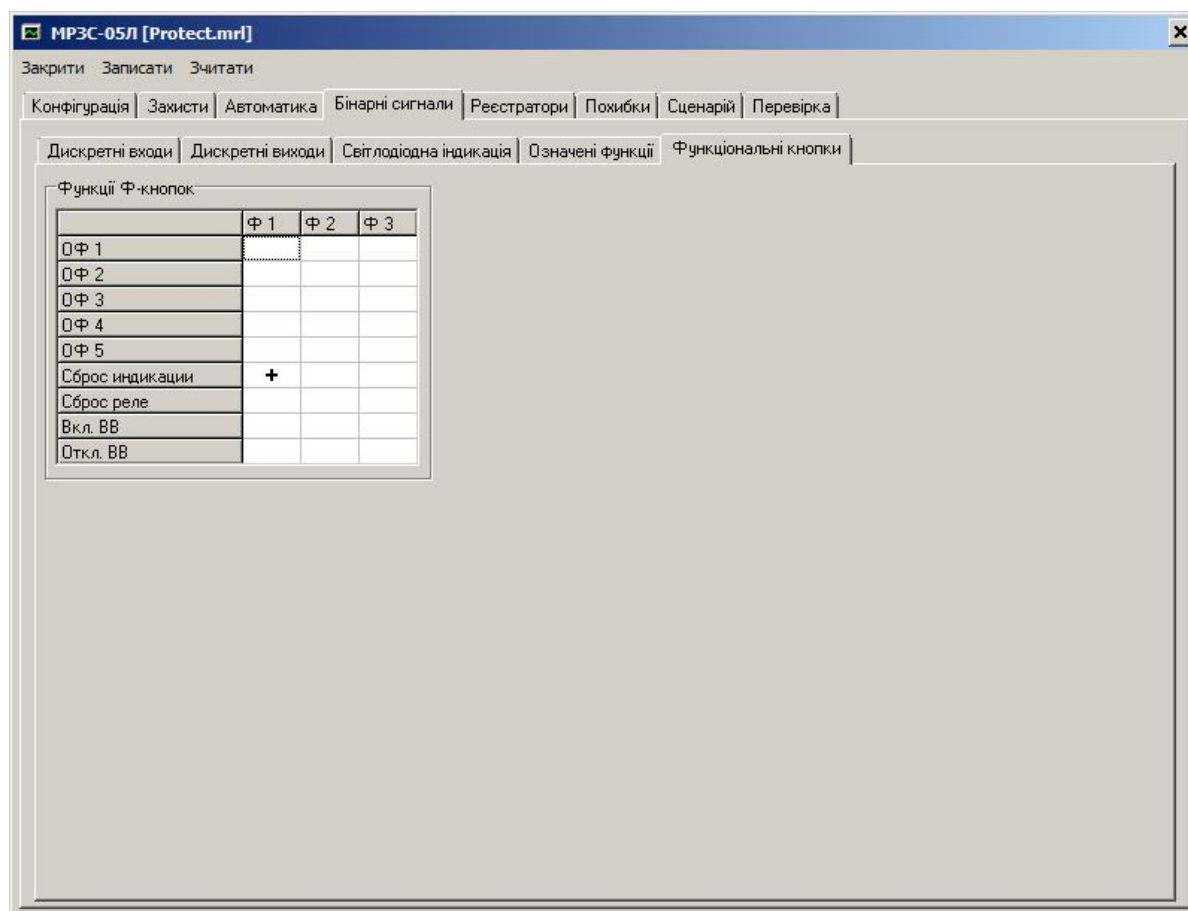


Рис. 11.9. Сторінка "Функціональні кнопки"

З функціональних кнопок можна керувати означеними функціями, скидати індикацію пристрою, скидати реле, керувати через пристрій вимикачем. Відповідні функції задаються через таблицю, наведену на сторінці "Функції Ф-кнопок" (стор. 11.9).

11.7. Сторінка "Реєстратори"

В пристрої передбачена можливість реєстрації аналогових та дискретних сигналів. Потрібні сигнали визначаються у відповідних таблицях (рис. 11.10).

Для аналогових сигналів у відповідних полях "*Час доаварійний*" та "*Час аварійний*" додатково задається інформація про час фіксації доаварійного та час фіксації аварійного режиму.

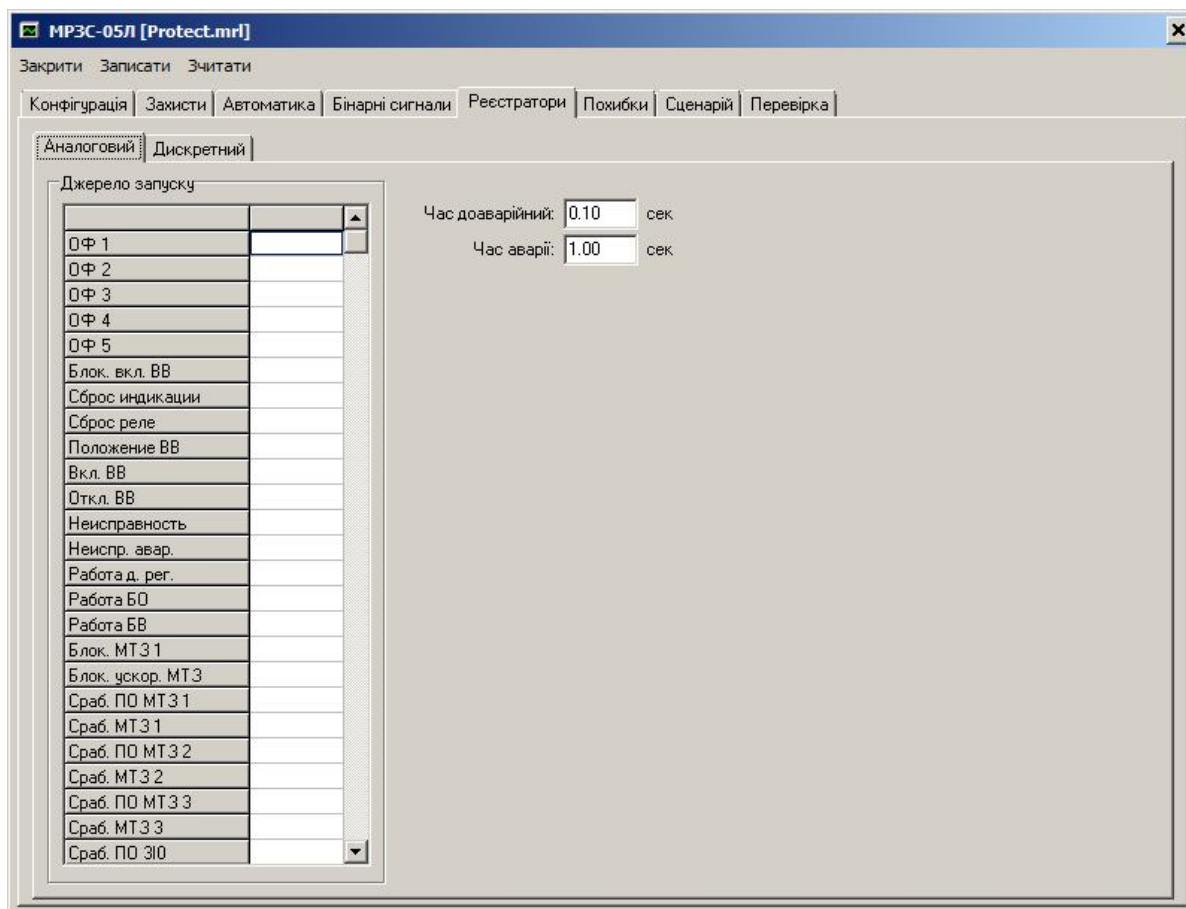


Рис. 11.10. Сторінка "Реєстратори"

В залежності від конфігурації пристрою МРЗС, яка здійснюється на сторінках "Захисти" та "Автоматика" (див. рис. 11.3, рис. 11.4), деякі сконфігуровані функції реалізовуватись пристроєм МРЗС не будуть. В таблиці відповідні рядки або клітинки будуть відображені світло сірим кольором.

11.8. Сторінка "Похибки"

Сторінка "Похибки" наведена на рис. 11.11.

MP3C-05L [Protect.mrl]

Закрити Записати Зчитати

Конфігурація Захисти Автоматика Бінарні сигнали Реєстратори **Похибки** Сценарій Перевірка

Похибки МСЗ

☒ Відображення похибок

За струмом

Відносна: 10.00 %

Абсолютна: 0.00 А

Похибки ЗЗ

За ЗІО

Відносна: 10.00 %

Абсолютна: 0.00 А

Похибки ЗОП

Відносна: 10.00 %

Абсолютна: 0.00 А

Похибки ПРВВ

Відносна: 10.00 %

Абсолютна: 0.00 А

Похибки за часом

<= 5 сек > 5 сек

Відносна: 0.00 5.00 %

Абсолютна: 0.1000 0.1000 сек

Допустимі значення коефіцієнтів повернення

МСЗ: 0.93 - 0.99

За ЗІО: 0.90 - 0.99

Рис. 11.11. Сторінка "Похибки"

На цій сторінці задаються допустимі похибки параметрів пристрою МРЗС-05Л. В окремих групових полях задаються похибки МСЗ, похибки ЗЗ, похибки ЗОП, похибки ПРВВ.

В груповому полі "Похибки за часом" задаються похибки захистів за часом. Ці похибки є однаковими для всіх захистів пристрою МРЗС-05Л. За часом для захистів задаються окремі значення похибок для двох часових діапазонів: для діапазону від 0 до 5 секунд та діапазону більше 5 секунд. По замовчуванню відносні похибки для часу задаються 0, а абсолютні – для діапазону часу до 5 с – 0,01 с, а для діапазону більше 5 с – 0,05 с.

За допомогою незалежного перемикача "Відображення похибок" можна ініціалізувати режим, за якого задані похибки будуть відображатись під час перевірки МСЗ разом з часовими характеристиками спрацювання МСЗ.

Слід пам'ятати, що задані похибки будуть враховуватись під час тестування, незалежно від того, чи вони будуть відображатись в полі відображення характеристики, чи ні!

В груповому полі "Похибки МСЗ" задаються похибки максимального струмового захисту. У відповідних полях задається відносна та абсолютна похибки за струмом. Системою аналізуються ці дві похибки і буде враховуватись більше з цих значень. Таким чином, якщо користувачеві відоме значення лише відносної похибки, то в полі, де задається

абсолютне значення похибки, можна ввести число "0" і навпаки. По замовчуванню задаються відносні похибки 10%, абсолютні похибки 0.

Аналогічним чином задаються похибки для захистів від замикань на землю в груповому полі "Похибки ЗЗ", для захисту оберненої послідовності в груповому полі "Похибки ЗОП", для пристрою ПРВВ в груповому полі "Похибки ПРВВ".

В груповому полі "Допустимі значення коефіцієнтів повернень" у відповідних полях задаються граничні значення коефіцієнтів повернень МСЗ (по замовчуванню 0,94 – 0,99) та за струмом нульової послідовності $3I_0$ (по замовчуванню 0,9 – 0,99).

11.9. Сторінка "Сценарій"

Загальний вигляд сторінки "Сценарій" наведений на рис. 11.12.

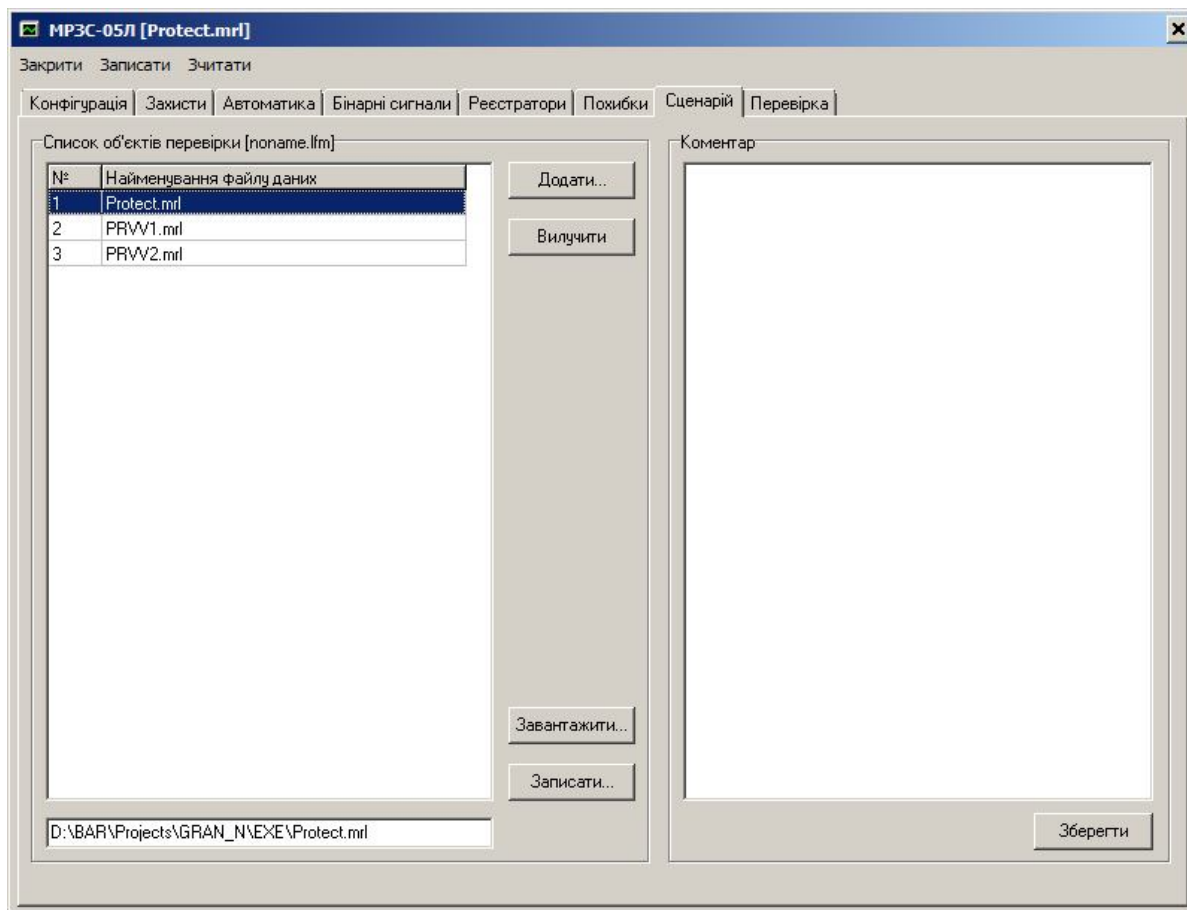


Рис. 11.12. Сторінка "Сценарій"

На цій сторінці здійснюються операції з об'єктами, в яких записана інформація про перевірку пристрою МРЗС. У вікні "Список об'єктів перевірки" задається перелік об'єктів, з яких формуються сценарії перевірки. Ці об'єкти сценарію будуть послідовно реалізовуватись під час перевірки пристрою МРЗС-05Л.

Передбачена можливість додавати до списку сценарію нові об'єкти перевірки (кнопка "Додати"), вилучати об'єкти з загального списку сценарію (кнопка "Вилучити"), завантажувати попередньо сформовані сценарії з файлу (кнопка "Завантажити"), записувати сценарії, які сформовані з окремих об'єктів перевірки у файл на диск (кнопка "Записати").

Для швидкої ідентифікації окремих об'єктів перевірки передбачене поле "Коментар", в якому користувач може записувати будь-яку інформацію про вибраний об'єкт перевірки в текстовому вигляді.

Після формування списку об'єктів сценарію необхідно перейти на сторінку "Перевірка" та здійснити режим запуску – задані об'єкти сценарію будуть по чергову реалізовуватись та результати перевірки для кожного об'єкту сценарію будуть записуватись в окремий протокол перевірки.

11.10. Перевірка пристрою МРЗС

Безпосередня перевірка пристрою МРЗС здійснюється зі сторінки "Перевірка".

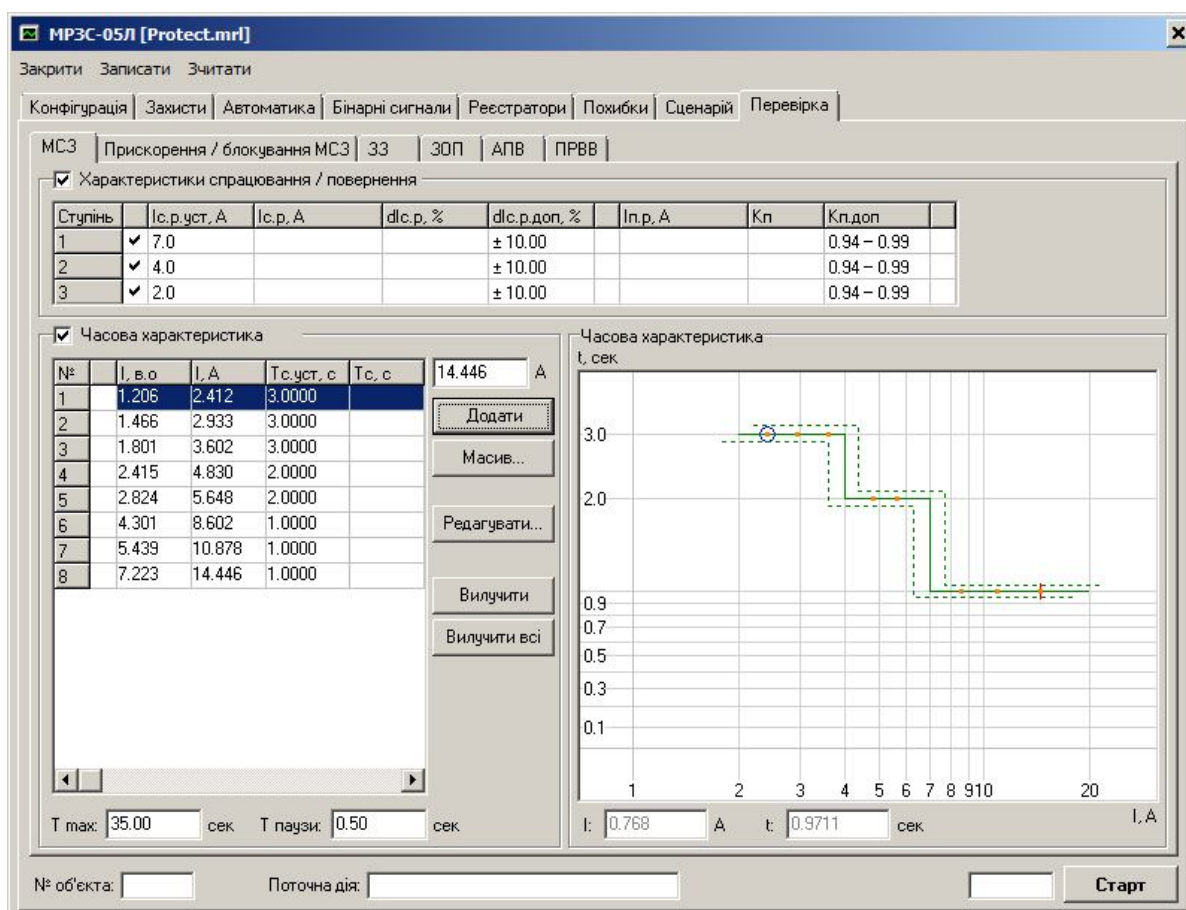


Рис. 11.13. Сторінка "МСЗ"

Перевірка окремих підсистем пристрою МРЗС-05Л здійснюється з окремих сторінок:

- перевірка максимального струмового захисту – "МСЗ";
- перевірка прискорення / блокування МСЗ– "Прискорення / блокування МСЗ";
- перевірка захисту від замикань на землю – "ЗЗ";
- перевірка захисту оберненої послідовності – "ЗОП";
- перевірка АПВ – "АПВ";
- перевірка ПРВВ – "ПРВВ".

11.10.1. Перевірка максимального струмового захисту

На сторінці перевірки максимального струмового захисту (МСЗ) (див. рис. 11.13) здійснюється перевірка наступних характеристик цього захисту:

- характеристик спрацювання / повернення;
- часової характеристики.

Для того, щоб здійснювалась перевірка кожної з цих характеристик, її потрібно ініціалізувати за допомогою незалежних перемикачів "Характеристики спрацювання / повернення", "Часова характеристика".

11.10.1.1. Характеристика спрацювання / повернення

Характеристики спрацювання та повернення перевіряються окремо для пускових органів кожної з трьох ступеней, кожну з яких необхідно ініціалізувати (див. рис. 11.13).

Параметри спрацювання та повернення відображаються в таблиці "Характеристики спрацювання / повернення". У стовпці таблиці "Іс.р.уст" відображаються уставки спрацювання першої, другої та третьої ступеней, значення яких задаються на сторінці "Захисти". У стовпці допустимих значень відносних похибок "dІс.р.доп" та допустимих значень коефіцієнтів повернення "Кп.доп" відображаються відповідні значення, задані на сторінці "Похибки".

Під час проведення досліду перевіряються дійсні значення струмів спрацювання пускових органів відповідних ступеней МСЗ та струмів повернення цих пускових органів. Результати перевірки записуються відповідно в стовпцях "Іс.р" та "Іп.р".

На основі отриманих значень струмів спрацювання та струмів повернення здійснюється розрахунок значень коефіцієнтів повернення пускових органів першої, другої та третьої ступеней, які записуються в стовпці "Кп".

Здійснюється розрахунок відносних похибок по відношенню до заданих значень струмів спрацювання (уставок), які записуються в стовпці "dІс.р".

Здійснюється перевірка цих похибок з допустимими, а також відхилення дійсного значення коефіцієнта повернення Кп від допустимого Кп.доп. У випадку позитивного результату в 7-му та 11-му стовпцях записується знак "+", в протилежному випадку – знак "-".

11.10.1.2. Часова характеристика

В полі *"Часова характеристика"* здійснюється перевірка часових характеристик МСЗ. Справа відображається зображення часових характеристик 1-ї, 2-ї та 3-ї ступеней згідно уставок, заданих на сторінці *"Захисти"*.

Справа на сторінці в груповому полі *"Часова характеристика"* закладений механізм формування точок перевірки на часовій характеристиці – задаються значення струмів, для яких визначається дійсний час спрацювання МСЗ. Формування точок перевірки можна здійснювати двома способами: можна задавати окремі довільні значення струмів, які послідовно будуть записуватись в таблицю (опція *"Додати"*), а можна задавати їх у вигляді масиву, кожна точка за струмом є рівновіддалена з певним кроком (опція *"Масив"*). Слід пам'ятати, що після сформування множини точок перевірки, виконаних першим чи другим способом, значення їх можна коректувати.

Для того, щоб задати кожную точку окремо, її значення необхідно ввести в текстовому полі, яке розміщене в правому верхньому куті групового поля *"Часова характеристика"* та натиснути кнопку *"Додати"* – значення точки з'явиться в полі перевірки часової характеристики. Можна також потрібне значення струму задати за допомогою маніпулятора "миші" безпосередньо на відображенні часової характеристики та натиснути кнопку *"Додати"*. Цю операцію можна здійснити також за допомогою подвійного кліку. Необхідно підвести курсор на часовій характеристиці до потрібного місця та здійснити подвійний клік - вибрана точка автоматично додається в таблицю перевірки.

Якщо точки перевірки задаються у вигляді масиву, то їх необхідно сформувати за допомогою кнопки *"Масив"* – у вікні, яке з'явиться після натиснення на цю кнопку, необхідно задати перше та останнє значення струму перевірки, а також крок зміни.

Після сформування множини точок перевірки, виконаних за першим, чи другим способом, окремі з них можна вилучати, використовуючи кнопку *"Вилучити"*. Можна вилучити всі точки перевірки. Для цього необхідно скористатись кнопкою *"Вилучити всі"*. Можна здійснити редагування окремої виділеної точки з таблиці. Для цього служить кнопка *"Редагувати"*.

В стовпцях таблиці *"Ів.о"* та *"І"* записуються значення струмів для заданих точок перевірки (у відносному та абсолютному вигляді), в стовпці *"Тс.уст"* записується розрахований за часовою характеристикою час спрацювання МСЗ.

Нижче таблиці в окремих текстових полях задаються максимальне значення часу генерування для кожної точки *"Т max"*. У випадку, коли задана точка за струмом буде за межами часової характеристики, під час здійснення автоматичної перевірки, *"ПРИСТРІЙ"* буде генерувати задане значення струму безконечно довго. Тому для обмеження часу генерування струму під час перевірки кожної точки необхідно задавати максимальний час генерування пристроєм струму.

Між кожною точкою перевірки необхідно задавати паузу в генеруванні струму *"ПРИСТРОЄМ"*. Цей час враховує необхідну паузу для повернення всіх реле МРЗС-05Л у

вихідний стан після спрацювання перед проведенням наступного дослід. Значення цієї паузи задається в полі "Т паузи".

Під час проведення дослід для кожної точки перевірки здійснюється аналіз результату – дійсний час спрацювання порівнюється з заданим (уставкою) з врахуванням похибки. У випадку успішно проведеного тестування в другому стовпці для кожної точки записується знак "+", в протилежному випадку – знак "-". Дійсний час спрацювання записується в останньому стовпці "Тс".

11.10.2. Перевірка прискорення МСЗ та прискореного МСЗ

Перевірка часу прискорення МСЗ та прискореного МСЗ, а також блокування 1-ї ступені МСЗ та блокування прискорення від зовнішніх пристроїв здійснюється на сторінці "Прискорення / блокування МСЗ" (рис. 11.14).

Рис. 11.14. Сторінка "Прискорення / блокування МСЗ"

Результат перевірки часу прискорення МСЗ та прискореного МСЗ відображається в таблицях "Прискорення МСЗ" та "Прискорена МСЗ". Перевірка буде здійснюватися за значенням струму спрацювання другої ступені, збільшеним в 1.2 рази. Якщо дослід визначення струму спрацювання не проводився, тоді за значенням уставки збільшеним в 1.2. рази. Величина цього струму відображається у стовпці "I" відповідних таблиць. В

стовпці "Тп.уст" відображається значення часу прискорення МСЗ та часу прискореного МСЗ, які задаються на сторінці *"Прискорення / прискорена МСЗ"*.

Після здійснення перевірки визначається дійсне значення часу прискорення та часу прискореного МСЗ, які відображаються у стовпці "Тп" відповідних таблиць та визначається абсолютна похибка "dТ", яка порівнюється з допустимою "dТп.доп", значення якої задається на сторінці *"Похибки"*. У випадку, коли дійсна похибка менша допустимої, дослід рахується успішним і в останньому стовпці таблиць відобразиться знак "+". В протилежному випадку відобразиться знак "-".

З цієї ж сторінки здійснюється перевірка блокування 1-ї ступені МСЗ та блокування прискорення дії 2-ї ступені МСЗ. Для проведення цих перевірок необхідно за допомогою перемикачів їх ініціалізувати. Крім цього, на сторінці *"Дискретні входи"* потрібно заранжувати відповідні дискретні входні сигнали *"Блок. МТЗ1"* та *"Блок. ускор. МТЗ2"*.

Після закінчення перевірки у відповідних полях відобразяться її результати. У випадку, коли перевірка успішна, в останньому стовпці таблиць *"Результат"* відобразиться знак "+". В протилежному випадку відобразиться знак "-".

11.10.3. Перевірка захисту від замикань на землю (33)

Загальний вигляд сторінки перевірки струмового захисту від замикань на землю наведений на рис. 11.15.

MP3C-05L [Protect.mrl]

Закрити Записати Зчитати

Конфігурація | Захисти | Автоматика | Бінарні сигнали | Реєстратори | Похибки | Сценарій | Перевірка

МСЗ | Прискорення / блокування МСЗ | 33 | ЗОП | АПВ | ПРВВ

☒ Пусковий орган 33

Іс.р.уст, мА	Іс.р, мА	dlc.p, %	dlc.p.доп, %	Іп.р, мА	Кп	Кп.доп	
10			± 10.00			0.90 – 0.99	

☒ Часова характеристика 33

	Тс.уст, с	Тс, с	dТс, с	dТс.доп, с	
3I0	3I0 = 12 мА	0.00		± 0.01	

№ об'єкта: Поточна дія:

Рис. 11.15. Сторінка "33"

З цієї сторінки можна здійснювати перевірку пускового органу ЗЗ та його часових характеристик. Можна здійснити перевірку струму спрацювання, коефіцієнту повернення та часу спрацювання ЗЗ.

Для того, щоб здійснити перевірку кожної з цих характеристик їх потрібно ініціалізувати. Ініціалізація відбувається за допомогою перемикачів у відповідних полях *"Пусковий орган"* та *"Часові характеристики"*.

11.10.3.1. Перевірка пускового органу ЗЗ

Умови та результати перевірки пускового органу відображаються в таблиці *"Пусковий орган"* (див. рис. 11.15).

У стовпці "Іс.р.уст" відображається уставка спрацювання, величина якої задається на сторінці *"Захисти"*. У стовпцях "dІс.р.доп" та "Кп.доп" відображаються допустимі похибки за струмом та коефіцієнтом повернення, які задаються на сторінці *"Похибки"*.

Після закінчення перевірки пускового органу у відповідних стовпцях відображаються дійсні значення струму спрацювання та струму повернення. За цими значеннями здійснюється розрахунок коефіцієнту повернення пускового органу та відносне значення похибки спрацювання, які також відображаються в таблиці у відповідних стовпцях "Кп" та "dІс.р". Результати перевірки порівнюються з заданими уставками з врахуванням похибок. Якщо отримані результати знаходяться в межах допустимих похибок, то в 5-му та 9-му стовпцях відображається знак "+", в протилежному випадку – знак "-".

11.10.3.2. Часові характеристики ЗЗ

Умови та результати перевірки часових характеристик ЗЗ відображаються в таблиці *"Часова характеристика"* (див. рис. 11.15).

У стовпці "Тс.уст" відображаються значення очікуваного часу спрацювання (уставки), яке задається на сторінці *"Захисти"*. Після виконання досліду у стовпці "Тс" відображається дійсне значення часу спрацювання. За отриманими результатами та заданими значеннями визначається абсолютна похибка, величина якої відображається у стовпці "dTс". Ця похибка порівнюється з заданою (стовпець "dTс.доп"). Якщо результат позитивний, то в останньому стовпці таблиці відображається знак "+", якщо ні – відображається знак "-".

11.10.4. Перевірка захисту оберненої послідовності (ЗОП)

Загальний вигляд сторінки перевірки захисту оберненої послідовності (ЗОП) наведений на рис. 11.16.

MP3C-05L [Protect.mrl]

Закрити Записати Зчитати

Конфігурація Захисти Автоматика Бінарні сигнали Реєстратори Похибки Сценарій **Перевірка**

МСЗ Прискорення / блокування МСЗ ЗЗ **ЗОП** АПВ ПРВВ

☒ Пусковий орган ЗОП

Куст	Кс.р	dKc.p, %	dKc.p.доп, %
0.25			± 10.00

☒ Часова характеристика ЗОП

Tc.уст, с	Tc, с	dTc, с	dTc.доп, с
0.20			± 0.01

☒ Блокування ЗОП

Результат

№ об'єкта: Поточна дія: Старт

Рис. 11.16. Сторінка "ЗОП"

З цієї сторінки можна здійснювати перевірку пускового органу захисту оберненої послідовності (ЗОП) та його часових характеристик. Можна здійснити перевірку струмів спрацювання, часів спрацювання ЗОП, а також блокування захисту від зовнішніх пристроїв.

Для того, щоб здійснити перевірку кожної з цих характеристик їх потрібно ініціалізувати. Ініціалізація відбувається за допомогою перемикачів у від повідних полях "Пусковий орган ЗОП", "Часова характеристика", "Блокування ЗОП".

Слід пам'ятати, що для перевірки ЗОП на сторінці "Конфігурація" необхідно задати режим роботи струмових кіл "ПРИСТРОЮ" "А – В – С"!

11.10.4.1. Перевірка пускового органу ЗОП

Умови та результати перевірки пускового органу ЗОП відображаються в таблиці "Пусковий орган ЗОП" (див. рис. 11.16).

У стовпці "К уст" відображається уставка спрацювання пускового органу ЗОП, величина якої задається на сторінці "Захисти". У стовпці "dK c.p.доп" відображаються допустима

похибка спрацювання пускового органу ЗОП, яка задається на сторінці *"Похибки"*.
"dKc.p.%"

Після закінчення перевірки пускового органу у відповідному стовпці відображається дійсне значення величини спрацювання пускового органу ЗОП "К с.р". За цим значенням здійснюється розрахунок відхилення величини спрацювання пускового органу ЗОП від заданого значення. Якщо отримані результати знаходяться в межах допустимої похибки, то в останньому стовпці відображається знак "+", в протилежному випадку – знак "-".

11.10.4.2. Перевірка часової характеристики ЗОП

Умови та результати перевірки часової характеристики ЗОП відображаються в таблиці *"Часова характеристика"* (див. рис. 11.16).

У стовпці "Tc.уст,с" відображається значення очікуваного часу спрацювання (уставки), яке задається на сторінці *"Захисти"*. Після виконання досліду у стовпці "Tc,с" відображається дійсне значення часу спрацювання. За отриманими результатами та заданим значенням визначається абсолютна похибка, величина якої відображається у стовпці "dTc,с". Ця похибка порівнюється з заданою (стовпець "dTc.доп,с"). Якщо результат позитивний, то в останньому стовпці таблиці відображається знак "+", якщо ні – відображається знак "-".

11.10.4.3. Перевірка блокування ЗОП

З цієї ж сторінки здійснюється перевірка блокування пускового органу ЗОП. Для проведення цієї перевірки за допомогою перемикача її необхідно ініціалізувати в полі *"Блокування ЗОП"*. Крім цього, на сторінці *"Дискретні входи"* потрібно заранжувати відповідний дискретний вхідний сигнал *"Блок. ЗОП"*.

Після закінчення перевірки у відповідному полі таблиці відобразиться її результат. У випадку, коли перевірка успішна, в стовпці *"Результат"* відобразиться знак "+". В протилежному випадку відобразиться знак "-".

11.10.5. Перевірка АПВ

Загальний вигляд сторінки *"АПВ"* наведений на рис. 11.17.

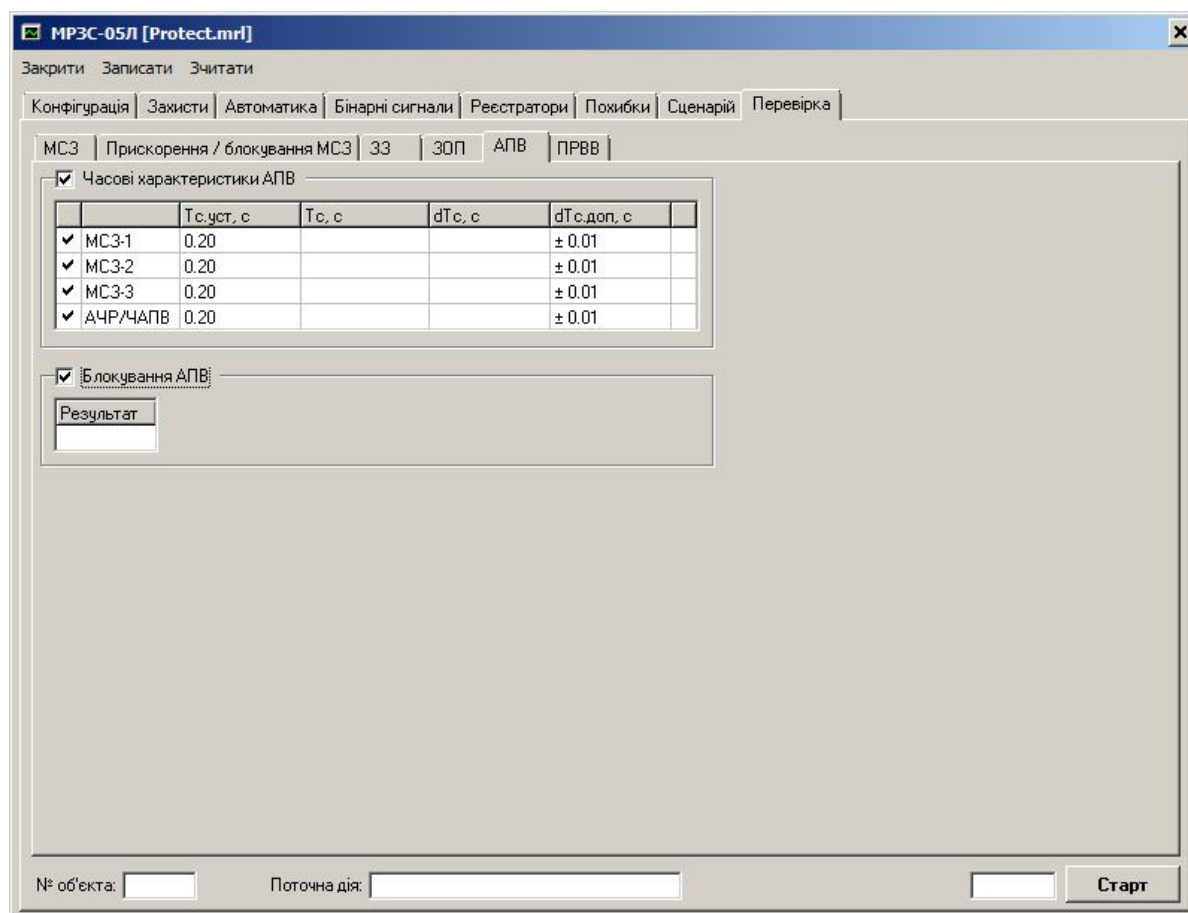


Рис. 11.17. Сторінка "АПВ"

З цієї сторінки здійснюється перевірка часу спрацювання АПВ. Перевіряється робота АПВ після спрацювання 1-ї, 2-ї, 3-ї ступеней МСЗ та від зовнішнього пристрою АЧР/ЧАПВ.

У стовпці "Тс.уст" відображаються значення очікуваних часів спрацювання АПВ, які задані на сторінці "Автоматика". Після виконання дослід у стовпці "Тс" відображаються реальні значення часів спрацювання. За отриманими результатами та заданим значеннями визначається абсолютна похибка, величина якої відображається у стовпці "dТс". Ця похибка порівнюється з заданою (стовпець "dТс.доп"). Якщо результат позитивний, то в останньому стовпці таблиці відображається знак "+", якщо ні – відображається знак "-".

Під час проведення дослідів спочатку створюються умови для спрацювання 1-ї ступені МСЗ – задається струм, на 20% більшим уставки спрацювання ступені. Час спрацювання АПВ визначається від моменту спрацювання вихідного реле 1-ї ступені МСЗ до моменту появи сигналу спрацювання АПВ.

Подібним чином здійснюється перевірка часу спрацювання АПВ від 2-ї та 3-ї ступеней.

Перевірка АПВ від зовнішнього пристрою АЧР/ЧАПВ здійснюється через вхідний дискретний сигнал пристрою МРЗ-05Л, який необхідно відповідним чином зранжувати на сторінці "Дискретні входи".

Після закінчення перевірки у відповідних полях таблиці відобразяться її результати. У випадку, коли перевірка успішна, в останньому стовпці таблиці відобразиться знак "+". В протилежному випадку відобразиться знак "-".

З цієї ж сторінки здійснюється перевірка блокування АПВ від зовнішніх пристроїв. Для проведення цієї перевірки необхідно за допомогою перемикача її ініціалізувати в полі "Блокування АПВ". Крім цього, на сторінці "Дискретні входи" потрібно заранжувати відповідний дискретний вхідний сигнал "Стат.блк".

11.10.6. Перевірка ПРВВ

Загальний вигляд сторінки "ПРВВ" наведений на рис. 11.18.

МРЗС-05Л [Protect.mrl]

Закрити Записати Зчитати

Конфігурація Захисти Автоматика Бінарні сигнали Реєстратори Похибки Сценарій Перевірка

МСЗ Прискорення / блокування МСЗ 33 30П АПВ ПРВВ

☒ Пусковий орган ПРВВ

Ic.p.уст, А	Ic.p, А	dlc.p, %	dlc.p.доп, %
0.25			± 10.00

☒ Часові характеристики ПРВВ 1

	Tc.уст, с	Tc, с	dTc, с	dTc.доп, с
✓ МСЗ-1	3.00			± 0.15
✓ МСЗ-2	3.00			± 0.15
✓ МСЗ-3	3.00			± 0.15
✓ ДВ	3.00			± 0.15

☒ Часові характеристики ПРВВ 2

	Tc.уст, с	Tc, с	dTc, с	dTc.доп, с
✓ МСЗ-1	4.00			± 0.20
✓ МСЗ-2	4.00			± 0.20
✓ МСЗ-3	4.00			± 0.20
✓ ДВ	4.00			± 0.20

№ об'єкта: Поточна дія: Старт

Рис. 11.18. Сторінка "ПРВВ"

З цієї сторінки можна здійснювати перевірку пускового органу ПРВВ та його часових характеристик. Можна здійснити перевірку струму спрацювання його пускового органу та часів спрацювання.

Для того, щоб здійснити перевірку кожної з цих характеристик їх потрібно ініціалізувати. Ініціалізація відбувається за допомогою перемикачів у відповідних полях "Пусковий орган ПРВВ", "Часові характеристики ПРВВ1" та "Часові характеристики ПРВВ2".

11.10.6.1. Перевірка пускового органу ПРВВ

Умови та результати перевірки пускового органу ПРВВ відображаються в таблиці *"Пусковий орган ПРВВ"* (див. рис. 11.18).

У стовпці "Іс.уст" відображається уставка спрацювання, величина якої задається на сторінці *"Автоматика"*. У стовпці "dІс.доп%" відображаються допустима похибка за струмом, яка задається на сторінці *"Похибки"*.

Після закінчення перевірки пускового органу у стовпці "Іс" відображається дійсне значення струму спрацювання. За цим значенням здійснюється розрахунок відносного значення похибки спрацювання, яка також відображається в таблиці у стовпці "dІс.%". Результати перевірки порівнюються з заданою уставкою з врахуванням похибки. Якщо отримані результати знаходяться в межах допустимої похибки, то в останньому стовпці таблиці відображається знак "+", в протилежному випадку – знак "-".

11.10.6.2. Перевірка часових органів ПРВВ

З цієї сторінки здійснюється перевірка часу спрацювання ПРВВ. Перевіряється робота за часом пешої та другої ступені ПРВВ після спрацювання 1-ї, 2-ї, 3-ї ступеней МСЗ та від зовнішнього пристрою через дискретний вхід ДВ МРЗС-05Л. Для перевірки часу спрацювання ПРВВ за відповідними каналами їх потрібно ініціалізувати. Ініціалізація здійснюється за допомогою перемикача, розміщеного в першому стовпці таблиці.

У стовпці "Тс.уст" відображаються значення очікуваних часів спрацювання ПРВВ, які задані на сторінці *"Автоматика"*. Після виконання дослід у стовпці "Тс" відображаються дійсні значення часів спрацювання. За отриманими результатами та заданим значенням визначається абсолютна похибка, величина якої відображається у стовпці "dTс". Ця похибка порівнюється з заданою (стовпець "dTс.доп"). Якщо результат позитивний, то в останньому стовпці таблиці відображається знак "+", якщо ні – відображається знак "-".

Під час проведення дослідів спочатку створюються умови для спрацювання 1-ї ступені МСЗ – задається струм, на 20% більшим уставки спрацювання ступені. Час спрацювання ПРВВ визначається від моменту спрацювання вихідного реле захисту до моменту появи сигналу на спрацювання ПРВВ. Подібним чином здійснюється перевірка часу спрацювання ПРВВ від 2-ї та 3-ї ступеней МСЗ. Перевірка ПРВВ від зовнішнього пристрою здійснюється через вхідний дискретний сигнал ДС пристрою МРЗ-05Л, який необхідно відповідним чином заранжувати на сторінці *"Дискретні входи"*.

11.10.7. Запуск перевірки МРЗС-05Л

Після закінчення формування необхідних параметрів перевірки необхідно здійснити запис інформації в об'єкт перевірки, який в подальшому може бути використаний для формування сценаріїв перевірки. Для цього необхідно скористатись меню "Об'єкт" (див. рис. 2.4). Про формування об'єктів детально описано в п. 2.3.

Перевірка пристрою МРЗС-05Л починає здійснюватись після натиснення кнопки "Старт", яка знаходиться на сторінці "Перевірка".

Після цього на екран монітора виведеться діалогове вікно (рис. 11.19.).

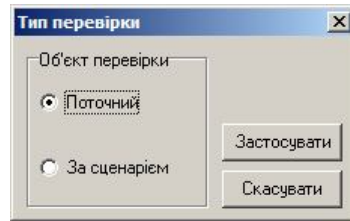


Рис. 11.19. Вибір режиму перевірки

У цьому вікні за допомогою залежного перемикача передбачена можливість задавати один з наступних режимів перевірки:

- *за сценарієм*. В цьому режимі система буде здійснювати автоматичну перевірку МРЗС-05Л послідовно для всіх об'єктів, які утворюють сценарій перевірки, сформований на сторінці "Сценарій", тобто перед початком перевірки за сценарієм необхідно попередньо підготувати сторінку "Сценарій". Перед початком перевірки конфігурація з кожного об'єкта буде записуватись в пристрій МРЗС-05Л. Під час перевірки для кожного об'єкта буде створюватись окремий протокол перевірки. Після закінчення перевірки ці протоколи можна вивести на друк, зберегти у файлі;

- *поточний*. В цьому режимі буде здійснена автоматична перевірка пристрою МРЗС-05Л для параметрів, які в даний момент задані на всіх сторінках вікна модуля "МРЗС-05Л". Після закінчення перевірки її результати можна зберегти у вигляді протоколу перевірки.

Назва кнопки після переводу "ПРИСТРОЮ" в режим генерування змінює назву на "Стоп". Процес автоматичної перевірки вибраної характеристики може зупинитись в будь-який момент шляхом натиснення оператором на цю кнопку.

12. МОДУЛЬ "ДЖЕРЕЛО З ДВОХ ПРИСТРОЇВ"

Цей модуль знаходиться в групі модулів *"Спеціалізовані програми"*.

У цьому модулі передбачена можливість задавати напруги і струми по окремих каналах двох "ПРИСТРОЇВ".

Цей модуль може використовуватися для перевірки захистів, де необхідно більше трьох джерел струму або (і) напруги. Наприклад, для перевірки таких захистів: диференційний захист, диференційно-фазовий захист.

Модуль складається з наступних взаємопов'язаних функціональних блоків, розміщених на окремих сторінках:

- *"Конфігурація"*;
- *"Векторна діаграма"*;
- *"Результати"*.

Головне меню модуля складається з пунктів *"Закрити"* і *"Конфігурація"*. Пункт меню *"Закрити"* призначений для закриття модуля. А пункт *"Конфігурація"* складається з команд: *"Синхронізація від мережі (Пристрій № 2)"* і *"Калібрування (Пристрій № 2)"*.

Команда *"Синхронізація від мережі (Пристрій № 2)"* призначена для встановлення або скасування режиму синхронізації "ПРИСТРОЮ" № 2 від мережі (див. п. 2.5.13.1). Також в інформаційному рядку, у разі синхронізації "ПРИСТРОЮ" № 2 від мережі, буде відображатися відповідний текст.

Команда *"Калібрування (Пристрій № 2)"* - призначена для калібрування "ПРИСТРОЮ" № 2, подібно як і "ПРИСТРОЮ" № 1 (див. п. 2.5.7).

12.1. Сторінка "Конфігурація"

Загальний вигляд сторінки *"Конфігурація"* наведено на рис. 12.1.

На сторінці *"Конфігурація"* задається інформація про пристрій, який перевіряється подібно як для інших модулів (див. п. 3.2).

Також для "ПРИСТРОЮ" № 1 задається інформація по частоті, змінному струмі і напрузі, конфігурація по бінарних входах і виходах. Для "ПРИСТРОЮ" № 2 задається тільки інформація по змінному струмі. Параметри за напругою для "ПРИСТРОЮ" № 2 відповідають параметрам "ПРИСТРОЮ" № 1.

Також на сторінці *"Конфігурація"* задається інформація по порту обміну з "ПРИСТРОЄМ" № 2. Якщо немає доступу по заданому порту, тоді в груповому полі *"Порт обміну (Пристрій № 2)"* відображається повідомлення червоного кольору "Немає доступу до СОМ порту!".

Також в інформаційному рядку праворуч відображається сигнальна лампа зв'язку з "ПРИСТРОЄМ" № 2, подібно як для "ПРИСТРОЮ" № 1 (див. п. 2.5.1).

Джерело з двох пристроїв - конфігурація

Закрити Конфігурація

Конфігурація | Векторна діаграма | Результати

Пристрій

Станція / підстанція:

Приєднання:

Пристрій:

Перевіряючий:

Порт обміну (Пристрій № 2)

Номер: ...

Швидкість:

Немає доступу до COM порта!

Змінний струм (Пристрій № 1)

Частота, Гц	Первинні U, кВ	Вторинні U, В	Первинні I, кА	Вторинні I, А
Іном: <input type="text" value="50,00"/>	Іном.л: <input type="text" value="110,00"/> Іном.ф: <input type="text" value="63,51"/>	Іном.л: <input type="text" value="100,00"/> Іном.ф: <input type="text" value="57,74"/>	Іном: <input type="text" value="1,00"/>	Іном: <input type="text" value="5,00"/>
Δf : <input type="text" value="0,10"/>		U _{max} ф: <input type="text" value="125,00"/>	І _{max} : <input type="text" value="7,00"/>	

Змінний струм (Пристрій № 2)

Первинні I, кА	Вторинні I, А
Іном: <input type="text" value="2,00"/>	Іном: <input type="text" value="5,00"/>
	І _{max} : <input type="text" value="15,00"/>

Бінарні входи (Пристрій № 1)

Назва	Стан	Фіксація часу	Режим
1 <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	Фіксація часу
2 <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	Фіксація часу
3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	Фіксація часу
4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	Фіксація часу
5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	Фіксація часу
6 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	Фіксація часу
7 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	Фіксація часу
8 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	Фіксація часу

Бінарні виходи (Пристрій № 1)

Назва	Старт	Режим	Час
1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	<input type="text" value="0,0000"/>
2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	<input type="text" value="0,0000"/>
3 <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	<input type="text" value="0,0000"/>
4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	<input type="text" value="0,0000"/>
5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	<input type="text" value="0,0000"/>
6 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	<input type="text" value="0,0000"/>
7 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	<input type="text" value="0,0000"/>
8 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,0000"/>	<input type="text" value="0,0000"/>

Рис. 12.1. Сторінка "Конфігурація"

12.2. Сторінка "Векторна діаграма"

Загальний вигляд сторінки "Векторна діаграма" наведено на рис. 12.2.

На відміну від сторінок "Векторна діаграма", які застосовуються в інших модулях, на цій сторінці передбачена можливість в окремих полях задавати діючі значення величин напруг і струмів по окремих каналах і їх початкові фази для двох "ПРИСТРОЇВ". Механізм формування цих значень подібний, як в інших модулів (див. п. 3.3).

У полі "Векторна діаграма" відображаються взаємні початкові положення всіх векторів "ПРИСТРОЮ" № 1 і № 2.

Для генерування "ПРИСТРОЯМИ" заданих сигналів необхідно натиснути кнопку "Старт". Робота "ПРИСТРОЇВ" повинна бути синхронізована від мережі.

У процесі генерування користувач може змінювати значення модулів і фаз сигналів.

Зупинка генерування може здійснюватися вручну шляхом натискання кнопки "Стоп".

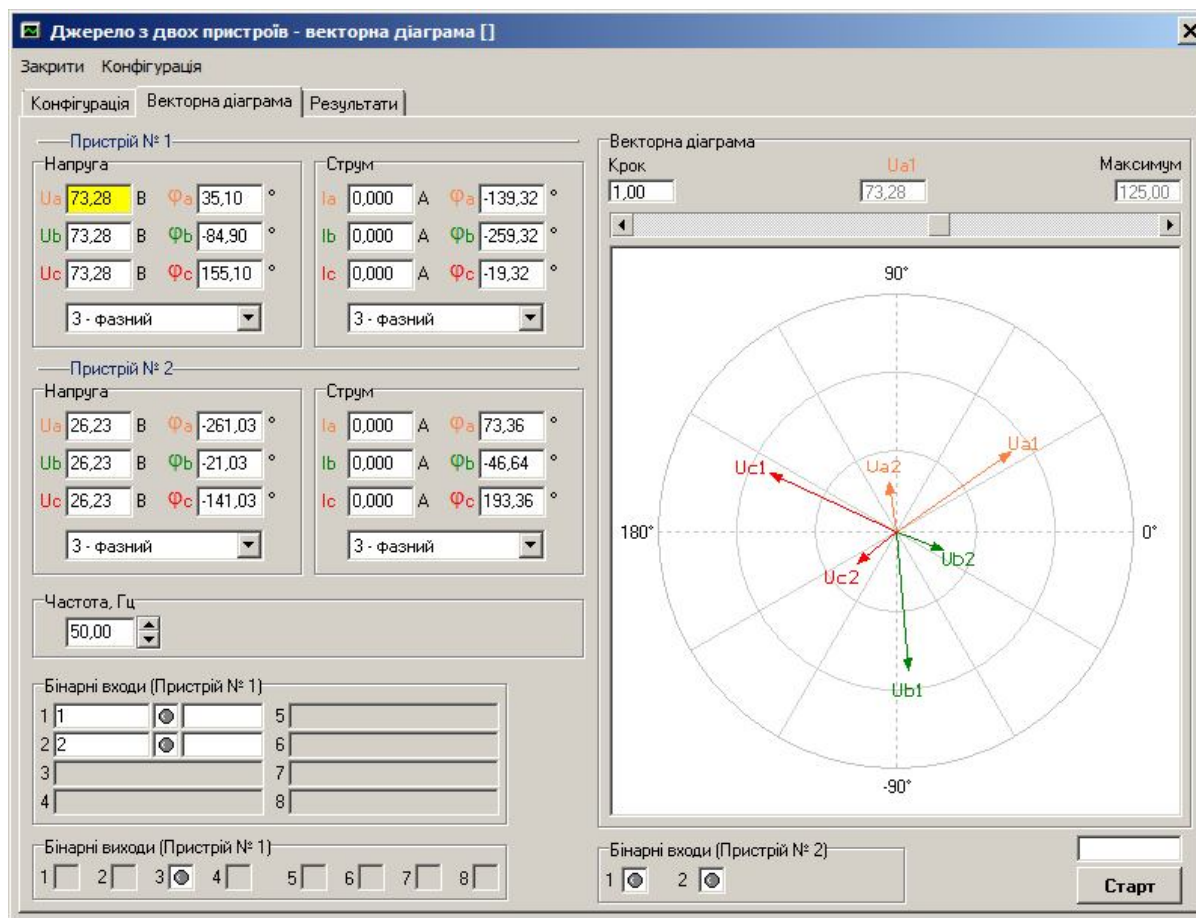


Рис. 12.2. Сторінка "Векторна діаграма"

12.3. Сторінка "Результати"

Дана сторінка аналогічна такій же сторінці модуля "Незалежне джерело" (див. п. 3.8. інструкції СПЗ).

Консультанти:

Шмагала Василь Михайлович
тел.: +38-067-35-35-104
e-mail: gran.test.system@gmail.com

Кідиба Віктор Павлович
тел.: +38-097-38-421-74

Баран Петро Михайлович
тел.: +38-067-28-444-83