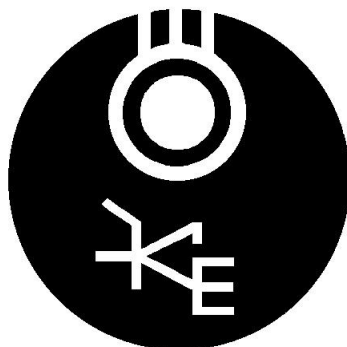


П.І.Б. \_\_\_\_\_  
Група \_\_\_\_\_  
Варіант \_\_\_\_\_  
Відмітка про залік:  
\_\_\_\_\_

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»



***Методичні вказівки***

до виконання лабораторних робіт №№ 1 – 4 за темою

**«МОДУЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РЕЛЕ  
(ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР) ZELIO LOGIC SR2(3):  
ПРИЗНАЧЕННЯ, ФУНКЦІОНУВАННЯ, ПРОГРАМУВАННЯ,  
МЕТОДИ РОБОТИ»,**

індивідуальних завдань та самостійної роботи з дисципліни  
«Електроніка, мікропроцесорна техніка та засоби автоматизації»

для студентів спеціальності 141

«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Дніпро  
2022

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

**Методичні вказівки**

до виконання лабораторних робіт №№ 1 – 4 за темою

**«МОДУЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РЕЛЕ  
(ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР) ZELIO LOGIC SR2(3):  
ПРИЗНАЧЕННЯ, ФУНКЦІОНУВАННЯ, ПРОГРАМУВАННЯ,  
МЕТОДИ РОБОТИ»,**

індивідуальних завдань та самостійної роботи з дисципліни  
«Електроніка, мікропроцесорна техніка та засоби автоматизації»

для студентів спеціальності 141  
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

*Рекомендовано до видання методичною комісією університету зі спеціальності 141  
(протокол № \_\_ від \_\_.\_\_. 2022)*

Дніпро  
2022

## Зміст

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Лабораторна робота № 1 .....</b>                                        | <b>7</b>  |
| Програмна оболонка ZelioSoft 2: призначення, інтерфейс, методи роботи..... | 7         |
| 1. Мета роботи .....                                                       | 7         |
| 2. Програма роботи.....                                                    | 7         |
| 3. Вказівки щодо складання звіту .....                                     | 7         |
| 4. Теоретичні відомості.....                                               | 8         |
| 4.1. Запуск програмної оболонки ZelioSoft 2.....                           | 8         |
| 4.2. Інтерфейс програмної оболонки ZelioSoft 2 .....                       | 12        |
| 4.3. Налаштування параметрів програмної оболонки Zelio Soft 2 .....        | 22        |
| 4.4. Налаштування конфігурації програми користувача .....                  | 23        |
| 4.5. Введення та редагування програми користувача у режимі «Free entry»    | 25        |
| 4.6. Моделювання роботи програми користувача у режимі «Simulation».....    | 29        |
| 4.7. Комунікативні функції ZelioSoft 2.....                                | 32        |
| 5. Запитання для самоконтролю.....                                         | 33        |
| 6. Індивідуальні завдання .....                                            | 34        |
| 6.1. Індивідуальні завдання звичайного рівня складності.....               | 35        |
| 6.2. Індивідуальні завдання підвищеного рівня складності .....             | 36        |
| <b>Лабораторна робота № 2 .....</b>                                        | <b>37</b> |
| Програмна реалізація логічних функцій мовою сходових діаграм.....          | 37        |
| 1. Мета роботи .....                                                       | 37        |
| 2. Програма роботи.....                                                    | 37        |
| 3. Вказівки щодо складання звіту .....                                     | 37        |
| 4. Теоретичні відомості.....                                               | 37        |
| 4.1. Логічні функції.....                                                  | 37        |
| 4.2. Основні закони алгебри логіки та їх наслідки.....                     | 40        |
| 4.3. Мінімізація релейних схем .....                                       | 42        |
| 5. Запитання для самоконтролю.....                                         | 43        |
| 6. Індивідуальні завдання .....                                            | 43        |
| 6.1. Індивідуальні завдання звичайного рівня складності.....               | 44        |
| 6.2. Індивідуальні завдання підвищеного рівня складності .....             | 45        |

|                                                                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Лабораторна робота № 3 .....</b>                                                                                             | <b>46</b> |
| Внутрішні функціональні пристрої модулів Zelio: призначення, режими, методи програмування .....                                 | 46        |
| 1. Мета роботи .....                                                                                                            | 46        |
| 2. Програма роботи.....                                                                                                         | 46        |
| 3. Вказівки щодо складання звіту .....                                                                                          | 46        |
| 4. Теоретичні відомості.....                                                                                                    | 46        |
| 4.1. Робота з таймерами .....                                                                                                   | 47        |
| 4.2. Робота з лічильниками .....                                                                                                | 51        |
| 4.3. Робота зі швидкодіючим лічильником.....                                                                                    | 53        |
| 4.4. Робота з компараторами кодів лічильників .....                                                                             | 53        |
| 4.5. Робота з аналоговими компараторами .....                                                                                   | 55        |
| 4.6. Робота з годинниками .....                                                                                                 | 56        |
| 4.7. Робота з текстовими блоками і блоком підсвічування дисплею .....                                                           | 57        |
| 4.8. Робота з покажчиком режиму роботи «Літо/зима» .....                                                                        | 59        |
| 5. Запитання для самоконтролю.....                                                                                              | 60        |
| 6. Індивідуальні завдання .....                                                                                                 | 61        |
| 6.1. Індивідуальні завдання звичайного рівня складності.....                                                                    | 61        |
| 6.2. Індивідуальні завдання підвищеного рівня складності .....                                                                  | 62        |
| <b>Лабораторна робота №4 .....</b>                                                                                              | <b>63</b> |
| Програмування, конфігурування і керування функціями модуля інтелектуального реле Zelio за допомогою кнопок лицевої панелі ..... | 63        |
| 1. Мета роботи .....                                                                                                            | 63        |
| 2. Програма роботи.....                                                                                                         | 63        |
| 3. Вказівки щодо складання звіту .....                                                                                          | 63        |
| 4. Теоретичні відомості.....                                                                                                    | 64        |
| 4.1. Режими індикації та елементи дисплея .....                                                                                 | 64        |
| 5. Запитання для самоконтролю.....                                                                                              | 67        |
| 6. Індивідуальні завдання .....                                                                                                 | 68        |
| <b>Завдання до самостійної роботи .....</b>                                                                                     | <b>69</b> |

## **Лабораторна робота № 1**

### **Програмна оболонка ZelioSoft 2: призначення, інтерфейс, методи роботи**

#### **1. Мета роботи**

Ознайомлення з призначенням та інтерфейсом програмної оболонки ZelioSoft 2, отримання навичок введення та редагування простих програм на мові сходових діаграм. Вивчення та практичне засвоєння способів моделювання роботи програми користувача, комунікативних функцій модуля інтелектуального реле.

#### **2. Програма роботи**

Виконання лабораторної роботи передбачає попередню самостійну підготовку та роботу у обчислювальному класі чи лабораторії навчального закладу. Робота полягає у виконанні наступних пунктів:

1. Ознайомитися з теоретичними матеріалами, що наведені у методичних вказівках.
2. Апробувати основні функції і методи роботи з програмною оболонкою ZelioSoft 2 на комп'ютері обчислювального центру або навчальної лабораторії. Для цього використати файли прикладів програм.
3. Відповісти на запитання для самоконтролю.
4. Набрати програму користувача згідно з індивідуальним завданням. Промоделювати її роботу.
5. З дозволу викладача завантажити набрану програму до модуля інтелектуального реле та продемонструвати роботу програми.
6. Скласти та захистити підсумковий звіт.

#### **3. Вказівки щодо складання звіту**

Підсумковий звіт повинен містити:

1. Назву, мету та програму роботи.
2. Схему та лістинг програми користувача згідно з індивідуальним завданням.
3. Аналіз технічних вимог до апаратних можливостей модуля, мінімально необхідних для реалізації індивідуального завдання.

*Зауваження: при вивченні подальшого матеріалу не слід плутати програму ZelioSoft 2 (це програмна оболонка, яка запускається на персональному комп'ютері) та програму користувача (програму, яка зазвичай створюється у оболонці ZelioSoft 2 та завантажується безпосередньо до модуля, тобто до апаратного пристрою інтелектуального реле).*

#### **4. Теоретичні відомості**

Програмна оболонка ZelioSoft 2 призначена для програмування модулів інтелектуальних реле Zelio другої та третьої серій (SR2, SR3), завантаження програми користувача до модуля або зчитування, встановлення параметрів функціональних блоків модуля, роботи з модулем у режимі моніторингу.

Програмна оболонка ZelioSoft 2 забезпечує також виконання допоміжних та сервісних функцій з якими можна ознайомитися під час вивчення подальшого матеріалу.

Програмувати модуль інтелектуального реле можна з лицевої (фронтальної) панелі без використання ZelioSoft 2, проте такий спосіб менш ефективний і застосовується лише на віддалених об'єктах відсутності персонального або портативного переносного комп'ютера.

Для комунікації (зв'язку) комп'ютера з модулем необхідно виконати апаратне з'єднання COM-порту комп'ютера з послідовним портом модуля. Для цього використовується спеціальний кабель зв'язку.

##### **4.1. Запуск програмної оболонки ZelioSoft 2**

Запуск програмної оболонки ZelioSoft 2 здійснюється подвійним кліком лівої



кнопки миші на ярлику **Zelio Soft 2**, або за допомогою кнопки Пуск.

Після запуску на екран буде виведене запрошення (рис. 1.1).

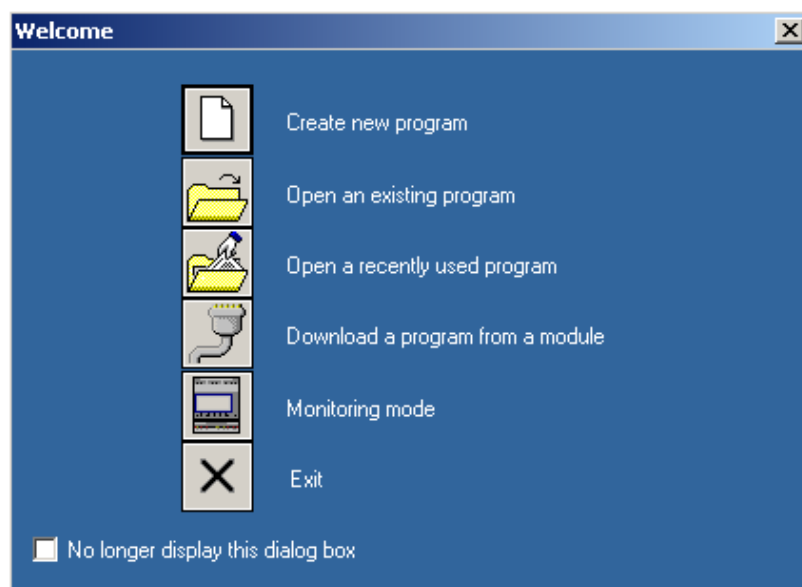


Рис. 1.1. Запрошення до роботи з програмною оболонкою ZelioSoft 2.

У вікні запрошення доступні такі кнопки та опції:

- Create new program – створити нову програму;
- Open an existing program – відкрити існуючу програму;

- Open a recently used program – відкрити програму, над якою нещодавно працювали;
- Download a program from a module – завантажити програму із модуля (безпосередньо із пристрою інтелектуального реле);
- Monitoring mode – запустити режим моніторингу;
- Exit – вийти із програмної оболонки ZelioSoft 2;
- No longer display this dialog box – більше не висвітлювати діалогове вікно запрошення.

Якщо ви вперше взялися до розв'язання практичної задачі автоматизації деякого об'єкта, слід натиснути кнопку **Create new program**. У випадку необхідності редагування та налагодження вже існуючої програми, оберіть кнопку **Open an existing program**, або **Open a recently used program**.

Якщо ви запрошені безпосередньо на промисловий або інший об'єкт для перепрограмування модуля, під'єднайте модуль до COM-порту свого комп'ютера або ноутбука (апаратне з'єднання) та завантажте програму із модуля, вибравши кнопку **Download a program from a module**.

Далі на дисплей буде виведене вікно **Choice of module** (рис. 1.2), в якому необхідно вибрати категорію та тип модуля.

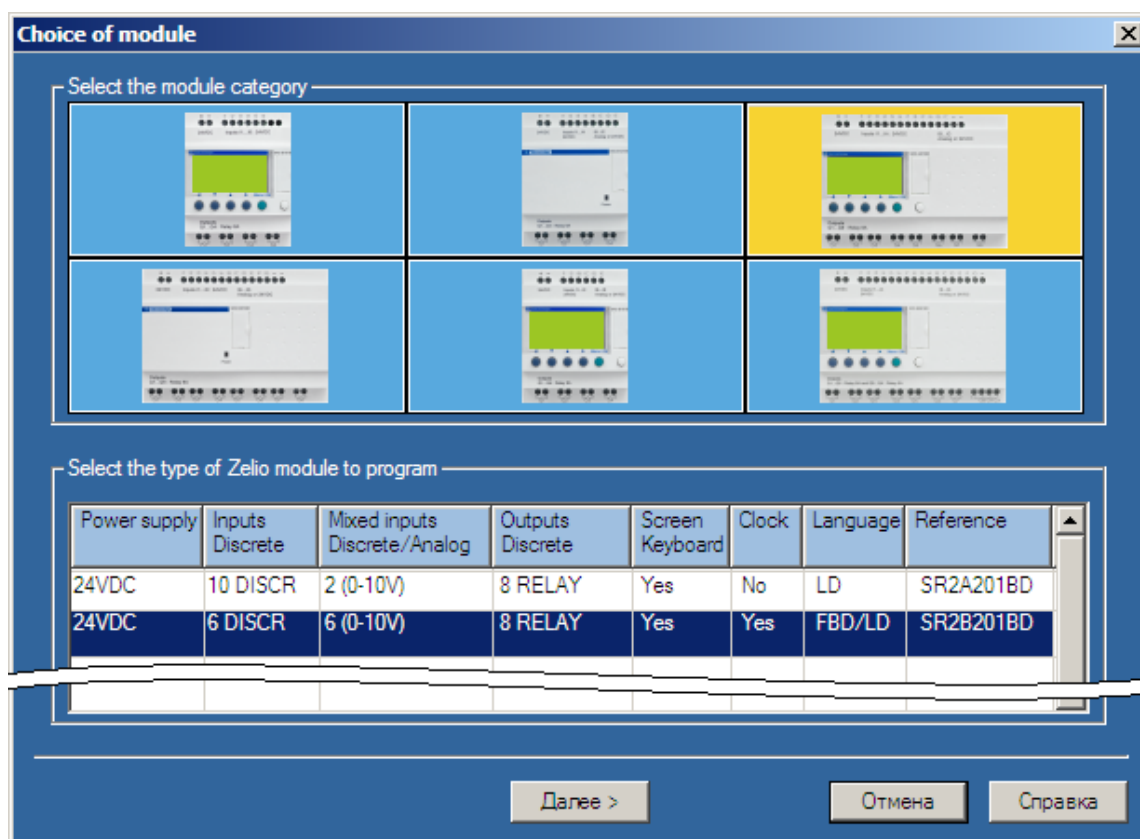


Рис. 1.2. Вікно вибору категорії та типу модуля інтелектуального реле

На рис. 1.2 є такі позначки:

- Choice of module – вибір модуля;
- Select the module category – вибір категорії модулів;
- Select the type of Zelio module to program – вибір типу модуля;
- Power supply – напруга живлення модуля;
- Input Discrete – кількість дискретних входів;
- Mixed inputs Discrete/Analog – кількість змішаних входів (дискретних/аналогових);
- Output Discrete – кількість дискретних виходів;
- Screen Keyboard – наявність рідинно-кристалічного дисплею та кнопкової клавіатури;
- Clock – наявність годинника реального часу;
- Language – мова програмування (LD – мова релейно-контакторних схем (сходових діаграм), FBD – мова функціональних блоків);
- Reference – модель модуля.

Оберіть тип модуля, який буде застосовуватися у лабораторній роботі (за вказівкою викладача), та натисніть кнопку «Далее». Якщо конструкція вибраного модуля передбачає можливість приєднання блоків розширення, на екран дисплею буде виведене відповідне вікно (рис. 1.3).

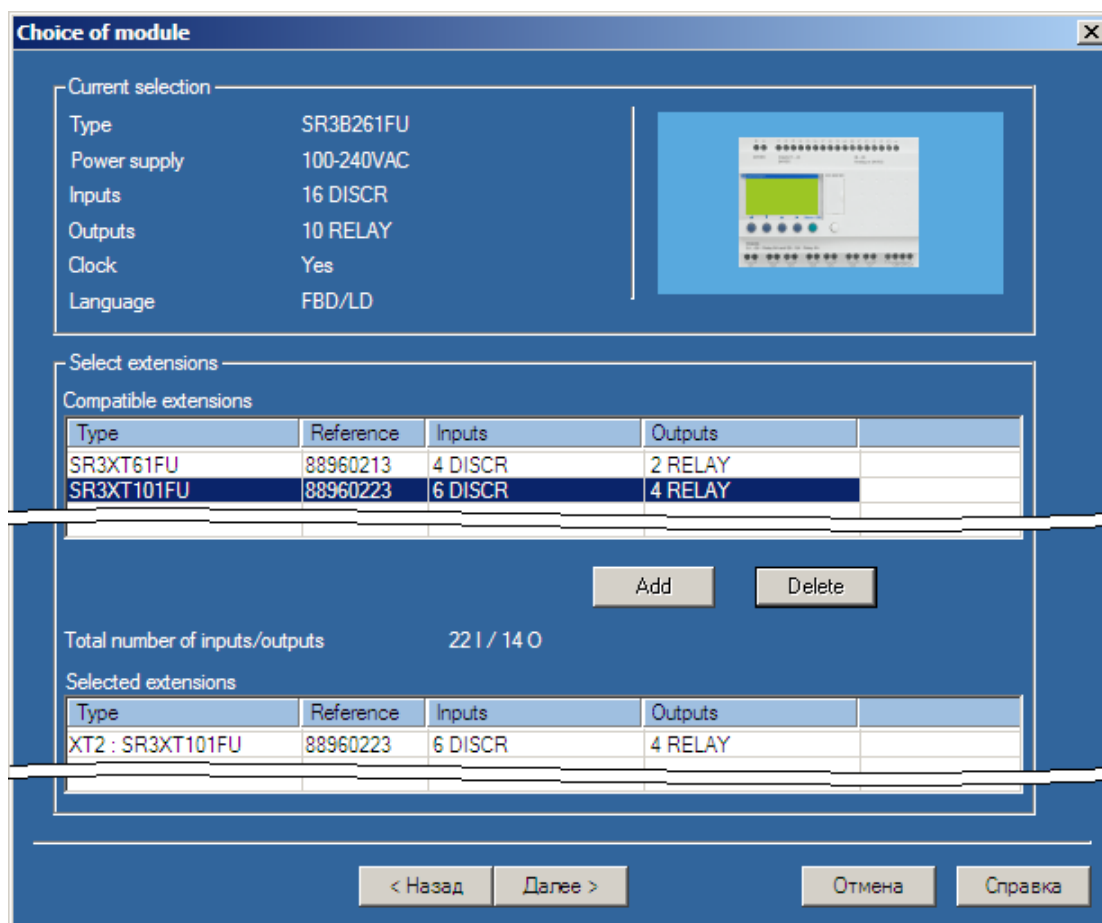


Рис. 1.3. Вікно вибору модуля розширення

Крім вже відомих, у цьому вікні є такі позначки:

- Select extensions – вибір блоку розширення;
- Compatible extensions – список сумісних блоків розширення;
- Type – тип блоку;
- Reference – каталожний номер для замовлення;
- Inputs – кількість та тип входів;
- Outputs – кількість та тип виходів (Discrete – транзисторний, Relay – релейний);
- Add – додати модуль до системи;
- Delete – видалити модуль з системи;
- Total number of inputs/outputs – загальна кількість входів та виходів у системі;
- Selected extensions – список доданих до системи модулів.

Після вибору конфігурації системи (переліку підключених блоків) слід натиснути кнопку «Далее». При цьому на екран монітора буде виведене вікно вибору мови програмування (рис. 1.4)

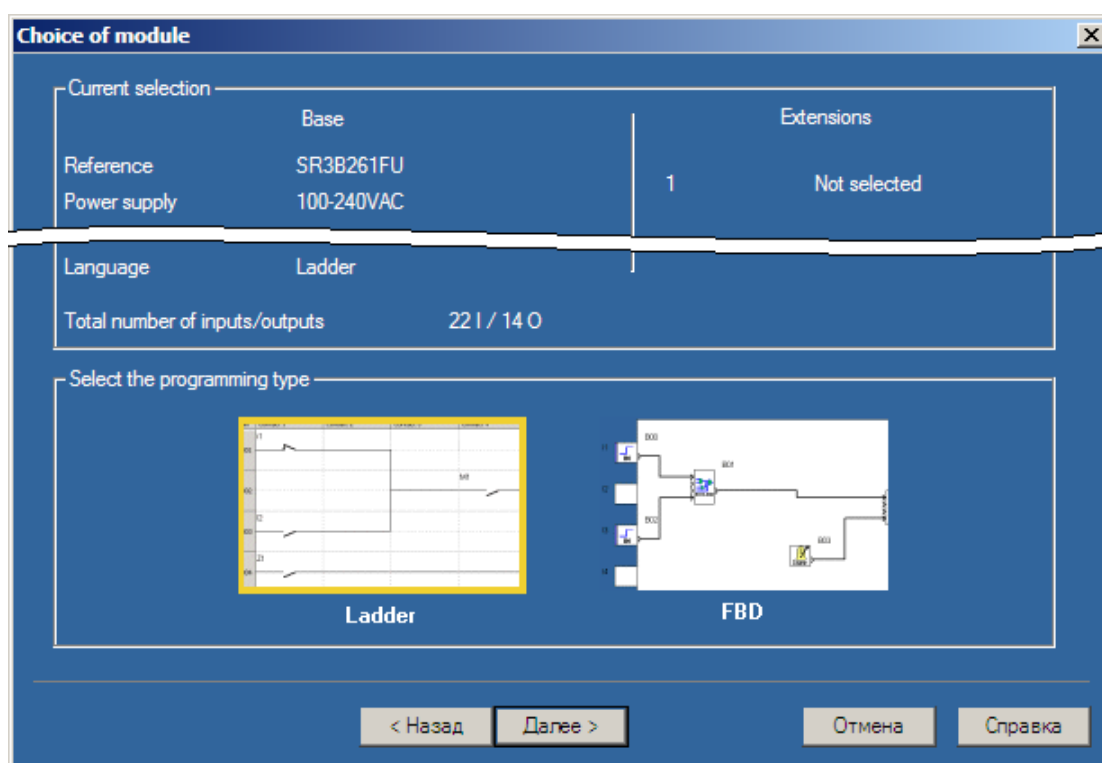


Рис. 1.4. Вибір мови програмування

Крім вже відомих, у цьому вікні є такі позначки:

- Current selection – параметри вибраної системи (поточний вибір);
- Base – параметри базового модуля;
- Extensions – типи блоків розширення (можливі варіанти: Not selected – блок не підключений; Unavailable – блок розширення не передбачений);

- Select the programming type – вибір мови програмування
- Ladder – мова сходових діаграм;
- FBD – мова функціональних блоків.

Якщо при виборі параметрів на будь-якому етапі була допущена помилка, її можна виправити, використавши кнопку «Назад». За умови правильного вибору, натисніть кнопку «Далее» - це призведе до появи головного вікна програмної оболонки Zelio Soft 2 (рис. 1.5).

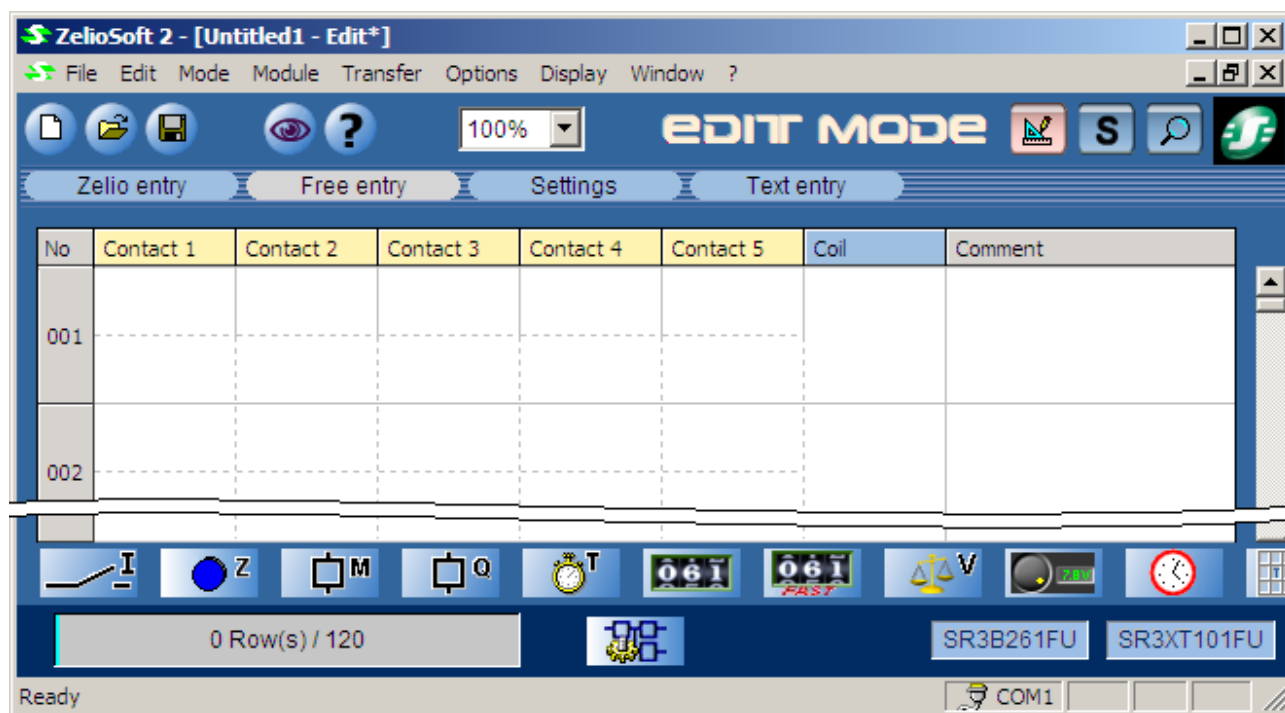
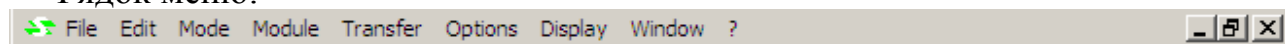


Рис. 1.5. Головне вікно програмної оболонки Zelio Soft 2 у режимі «Free entry»

## 4.2. Інтерфейс програмної оболонки ZelioSoft 2

Графічний інтерфейс програмної оболонки містить такі елементи:

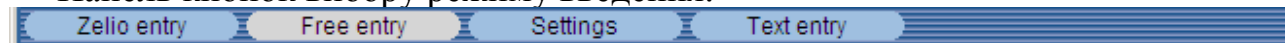
- Рядок меню:



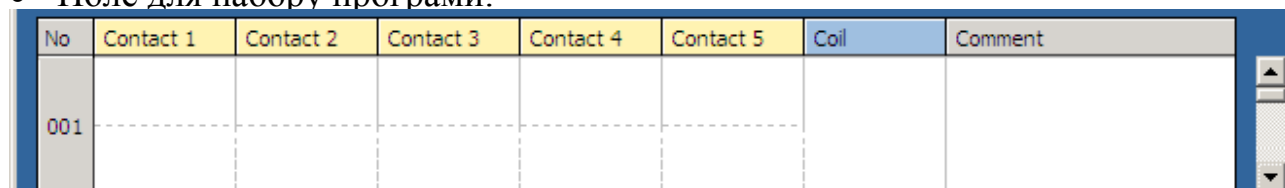
- Панель інструментів:



- Панель кнопок вибору режиму введення:



- Поле для набору програми:



- Панель розміщення елементів:



- Поле індикаторів:



- Рядок статусу:



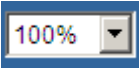
У рядку меню програмної оболонки Zelio Soft 2 доступні такі команди:

- **File** – група команд роботи з файлами:
  - **New** – створити новий файл програми користувача;
  - **Open...** – відкрити існуючий файл програми користувача (\*.zel – файл, створений у оболонці Zelio Soft; \*.zm2 – файл, створений в оболонці Zelio Soft 2);
  - **Close** – закрити програму користувача;
  - **Save** – зберегти програму користувача;
  - **Save as...** – зберегти програму користувача з визначенням імені та місця локалізації файлу;
  - **Print...** – роздрукувати програму користувача на принтері;
  - **Print preview** – попередній перегляд перед друком;
  - **Print setup...** – вибір опцій друку;
  - **Import...** – імпортування файлу програми;
  - **Preferences...** – налаштування параметрів програмної оболонки Zelio Soft 2;
  - **Recent file** – відкрити програму, над якою нещодавно працювали;
  - **Exit** – вийти з програмної оболонки Zelio Soft 2.
- **Edit** – група команд редагування програми користувача:
  - **Undo** – відмінити останню дію (можливі варіанти: **Cancel Place** – відмінити вставку, **Cancel Clear** – відмінити видалення фрагмента; **Cancel Cut** – відмінити вирізку фрагмента до буфера; **Cancel Connection trace** – знищити електричне з'єднання, **Cancel Change text** – відмінити останню редакцію текстового коментарю, **Cancel Parameters** – відмінити останню зміну параметрів, тощо);
  - **Cut** – вирізати виділений фрагмент (елемент програми чи фрагмент текстового коментарю);
  - **Copy** – скопіювати виділений фрагмент до буфера обміну;
  - **Paste** – вставити фрагмент із буфера обміну;

- Insert line – вставити лінію сходової діаграми до програми користувача вище виділеної лінії;
- Delete line – видалити позначену лінію сходової діаграми;
- Manual entry – режим ручного введення;
- Zelio entry – перехід у режим симуляції натискання кнопок на лицевій панелі модуля;
- Settings – перехід у режим настроювання елементів (таймерів, компараторів, тощо);
- Text Entry – перехід у режим введення текстових коментарів;
- Clear – видалити позначені елементи;
- Select All – виділити всю програму користувача (усі лінії);
- Find... – знайти фрагмент або елемент у програмі користувача;
- Find item... – вивести список елементів, що використані у програмі користувача;
- Program configuration – вибрати конфігурацію програми користувача (див. далі);
- Check the program – компілювати програму користувача та вивести результати компіляції.
- Mode – група команд вибору режиму:
  - Edit – редагування програми;
  - Simulation – режим моделювання роботи програми користувача;
  - Monitoring – моніторинг роботи модуля у режимі реального часу.
- Module – група команд роботи з модулем інтелектуального реле у режимах апаратного зв'язку:
  - Choice of module/programming type – вибір модуля та мови програмування (наявність апаратного зв'язку не обов'язкова);
  - Module diagnostics – діагностування підключеного модуля;
  - Set clock – виставити годинник реального часу підключеного модуля;
  - Update module FIRMWARE – завантаження мікропрограми до модуля (скидання тригерів програми і параметрів конфігурації модуля, дезактивація парольного захисту програми користувача);
- Transfer – група команд передачі даних:
  - Transfer Program – передати програму (PC > Module – з комп'ютера до підключеного модуля, Module > PC – з модуля до персонального комп'ютера);
  - RUN Module – запустити програму користувача на виконання (запустити підключений модуль);
  - STOP Module – зупинити виконання програми користувача підключеним модулем;

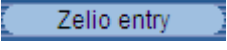
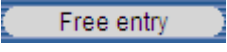
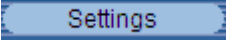
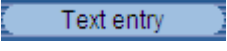
- Compare the program with module data – порівняти програму користувача, що набрана у оболонці ZelioSoft 2 з програмою, занесеною до модуля;
- COMMUNICATION Setup – вибір порту для передачі даних та встановлення його конфігурації.
- Options – група команд вибору опцій (містить одну команду):
  - Modify the colors – вибір кольорів елементів (активного, неактивного, заднього плану, тощо).
- Display – група команд управління графічним інтерфейсом програмної оболонки ZelioSoft 2:
  - Status bar – показати/сховати рядок статусу;
  - Comments – керування виглядом коментарів (All – розгорнути усі коментарі на екрані комп'ютера, None – згорнути коментарі);
  - Zoom Y – вертикальний масштаб відображення програми користувача на екрані (25 %, 50 %, ... , 150 %);
  - Ladder symbol – представлення програми користувача у вигляді символів сходової діаграми;
  - Electrical symbol – представлення програми користувача у вигляді релейної електричної схеми.
- Window – група команд керування вікнами програмної оболонки ZelioSoft 2:
  - Cascade – упорядкувати вікна каскадом;
  - Tile – упорядкувати вікна «черепицею»;
  - Arrange icons – упорядкувати згорнуті вікна у нижній частині головного вікна.
  - Supervision – вивести на передній план вікно супервізора;
  - Front panel – вивести на передній план віртуальну лицеву панель модуля інтелектуального реле.

На панелі інструментів програмної оболонки ZelioSoft 2 є такі кнопки:

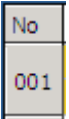
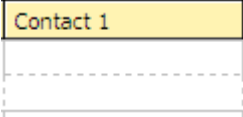
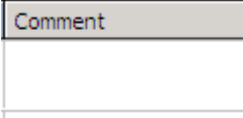
-  – створити новий файл (New);
-  – відкрити файл з диску (Open...);
-  – зберегти файл (Save);
-  – аналіз валідності програми, аналіз на відсутність помилок (Program consistency);
-  – довідникова система (Help);
-  - вертикальний масштаб відображення програми користувача;

-  – редагування програми користувача (Edit);
-  – режим моделювання роботи програми користувача (Simulation);
-  – режим моніторингу у реальному часі (Monitoring);
-  – індикатор запуску моделювання (обертається, якщо програма користувача запущена на виконання).

На панелі кнопок вибору режиму введення є такі кнопки:

-  – режим симуляції натискання кнопок на лицевій панелі модуля;
-  – режим побудови сховової діаграми (релейної схеми);
-  – режим налаштування елементів (таймерів, компараторів, тощо);
-  – режим введення текстових коментарів;

На полі для набору програми користувача є такі елементи:

-  - номер рядка програми користувача;
-  - поле для розміщення (вставки) контакту або лінії електричного з'єднання;
-  - поле для розміщення котушки допоміжного реле, дискретного виходу, таймера чи іншого елемента;
-  - поле для розміщення текстового коментарю.

Виділений елемент програми позначається жовтим кольором:



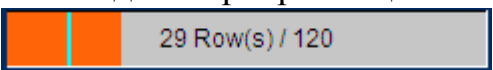
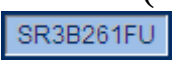
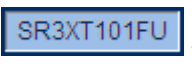
За допомогою клавіші «Ctrl» клавіатури комп'ютера можна виділити довільну область поля для набору програми користувача:

| No  | Contact 1 | Contact 2 | Contact 3 | Contact 4 | Contact 5 | Coil | Comment |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|---------|
| 001 |           |           |           |           |           |      |         |
| 002 |           |           |           |           |           |      |         |

На панелі розміщення (вставки) елементів є такі кнопки:

-  – вставка контакту дискретного входу (Discrete inputs);
-  – вставка контакту кнопки лицевої панелі (Zx keys);
-  – вставка контакту або котушки допоміжного реле (Auxiliary relays);
-  – вставка контакту або котушки реле дискретного виходу (Discrete outputs);
-  – вставка контакту або котушки таймера (Timers);
-  – вставка контакту або котушки лічильника (Counters);
-  – вставка контакту або котушки швидкого лічильника (Fast counter);
-  – вставка контакту компаратора кодів лічильників (Counter comparators);
-  – вставка контакту аналогового компаратора (Analog comparators);
-  – вставка контакту каналів годинника реального часу (Clocks);
-  – вставка текстового блоку (Text blocks);
-  – вставка блоку керування підсвічуванням рідинно-кристалічного дисплею модуля (LCD backlighting);
-  – вставка контакту індикації режиму роботи «літо/зима» (Summer winter);

На полі індикаторів розміщені:

-  - індикатор заповнення програмного простору (Preview of editing area);
-  – кнопка виклику вікна конфігурації програми (Program configuration);
-  – індикатор типу обраного модуля інтелектуального реле (Controller reference);
-  – індикатор типу обраного модуля розширення (Extension reference).

У індикаторі заповнення програмного простору помаранчевим кольором позначається степінь заповнення пам'яті, що відведена для програми користувача. Блакитно-зелена тонка смужка відмічає позицію поточних ліній

програми, що виведені до головного вікна у полі набору програми. Також у вигляді дробу показується кількість заповнених ліній (в чисельнику) та максимально можлива кількість ліній програми користувача (у знаменнику).

У рядку статусу можна побачити такі дані:

- **Ready** – індикатор готовності до роботи програмної оболонки ZelioSoft 2 (у лівій частині екрану), сюди ж виводиться інформація про кнопки панелей керування оболонки;
- **COM1** – номер COM-порту, яким виконується комунікативний обмін даними між комп'ютером та модулем інтелектуального реле (знаходиться у правій частині екрану);

Натиснувши кнопку **Zelio entry** на панелі кнопок вибору режиму введення, можна перевести програмну оболонку ZelioSoft 2 у режим імітації роботи з лицевою панеллю модуля інтелектуального реле. При цьому головне вікно матиме вигляд, що наведений на рис. 1.6.

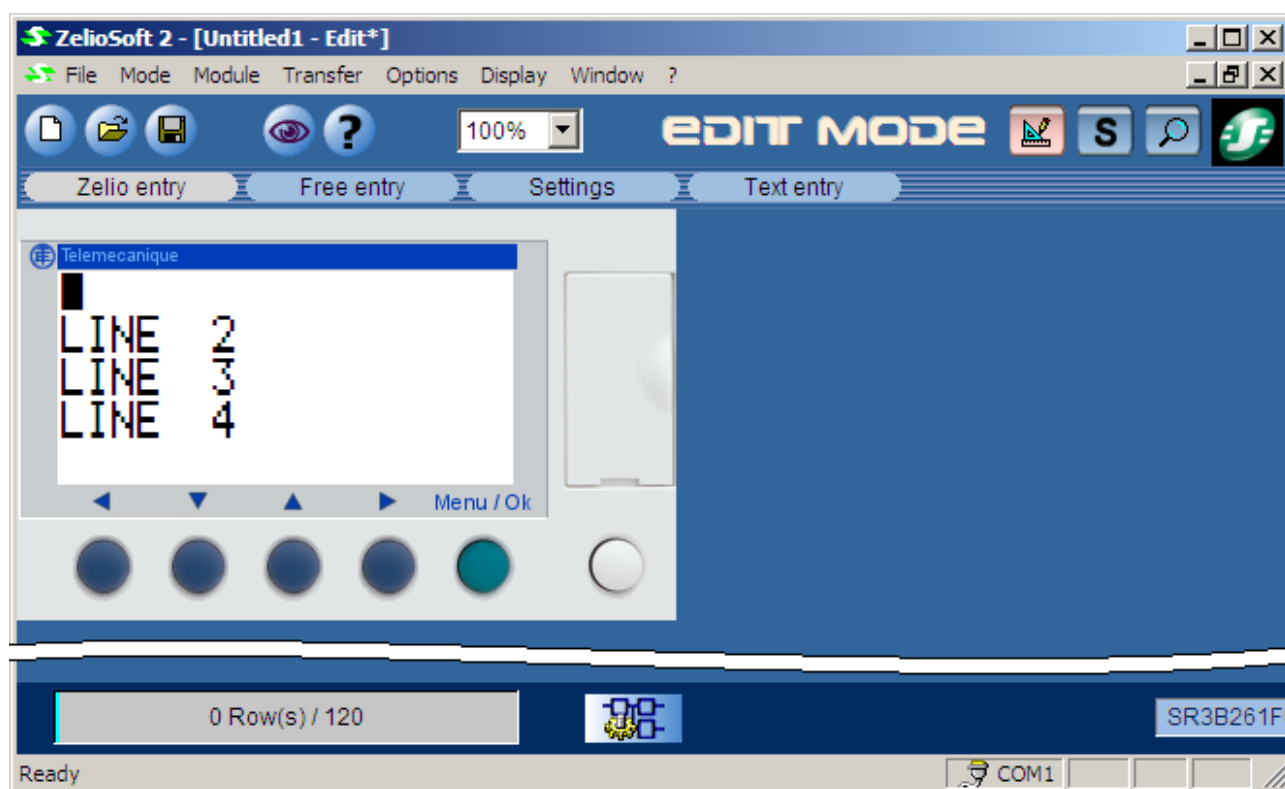


Рис. 1.6. Головне вікно програмної оболонки ZelioSoft 2 у режимі «Zelio entry»

Елементи інтерфейсу головного вікна (рядки меню і статусу, панелі, кнопки, тощо) у режимах «Free entry» та «Zelio entry» майже однакові. Замість поля для набору програми користувача на мові сходових діаграм у режимі «Zelio entry» з'являється віртуальна лицева панель модуля інтелектуального реле.

На лицевій панелі можна побачити рідинно-кристалічний індикатор, та кнопки:



- – кнопки керування курсором: кнопка зміщення курсору наліво (LEFT button), донизу (DOWN button), уверх (UP button), направо (RIGHT Button);

Menu / Ok



- – кнопка введення даних (OK button);



- – кнопка зміни регістра (SHIFT button).

Якщо натиснути кнопку **Settings** у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2, можна перейти у режим настроювання елементів (таймерів, компараторів, тощо). При цьому головне вікно матиме вигляд, що наведений на рис. 1.7.

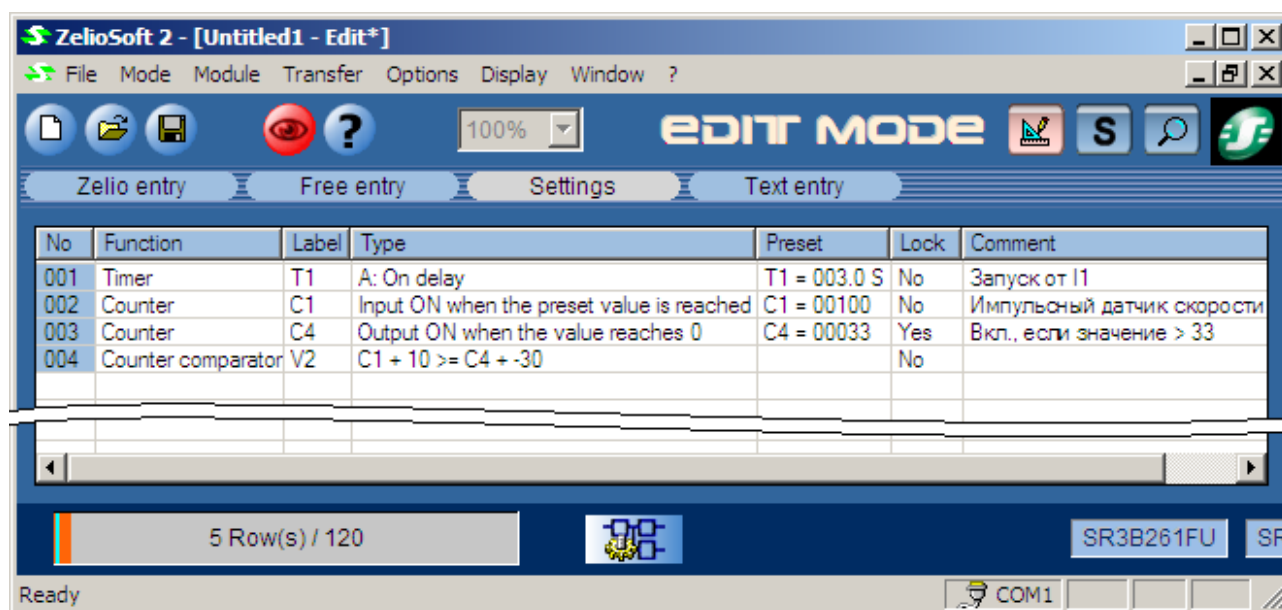


Рис. 1.7. Головне вікно програмної оболонки ZelioSoft 2 у режимі «Settings»

Окрім вище зазначених елементів, інтерфейс програмної оболонки ZelioSoft 2 у режимі «Settings» має вікно для введення налаштувань (опцій) функціональних пристроїв (таймерів, компараторів, тощо):

| No | Function | Label | Type | Preset | Lock | Comment |
|----|----------|-------|------|--------|------|---------|
|    |          |       |      |        |      |         |

На цьому вікні є такі поля для заповнення:

- No – порядковий номер елемента у таблиці;
- Function – функціональне призначення елемента;

- Label – позначення елемента;
- Type – тип елемента, режим його роботи;
- Preset – уставка (значення головного параметра при ініціалізації)
- Lock – захист від зміни параметрів з лицевої панелі модуля;
- Comment – текстовий коментар розробника програми користувача.

Якщо натиснути кнопку **Text entry** у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2, можна перейти у режим перегляду та редагування текстових коментарів. При цьому головне вікно матиме вигляд, що наведений на рис. 1.8.

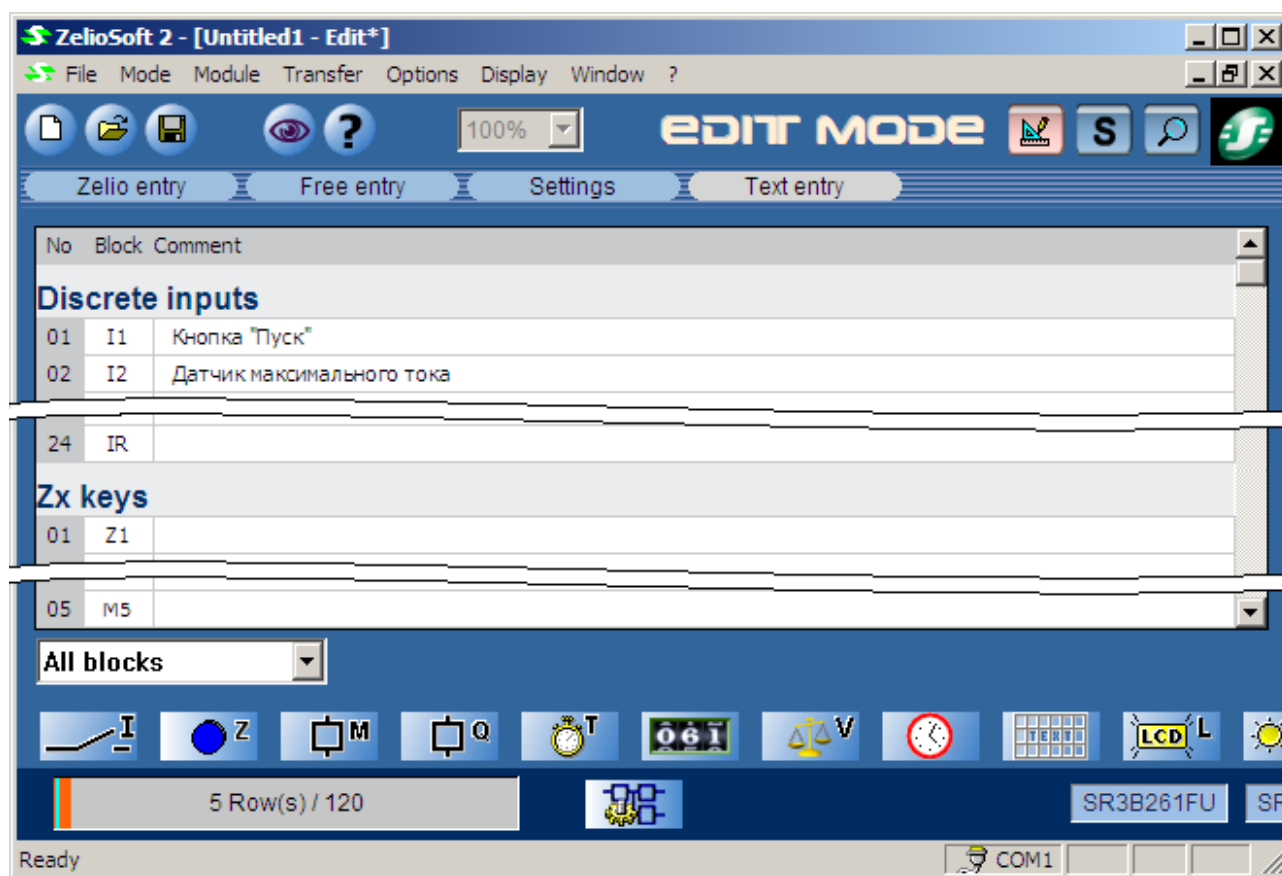


Рис. 1.8. Головне вікно програмної оболонки ZelioSoft 2 у режимі «Text entry»

У режимі «Text entry» інтерфейс програмної оболонки має у вікні для введення текстових коментарів такі поля:

- No – порядковий номер функціонального елемента (блока) у таблиці;
- Block – позначення елемента;
- Comment – поле для введення текстового коментарю розробника програми користувача.

Для переведення програмної оболонки ZelioSoft 2 у режим моделювання роботи програми користувача у головному вікні слід натиснути кнопку **S** (Simulation). При цьому головне вікно матиме вигляд, що наведений на рис. 1.9.

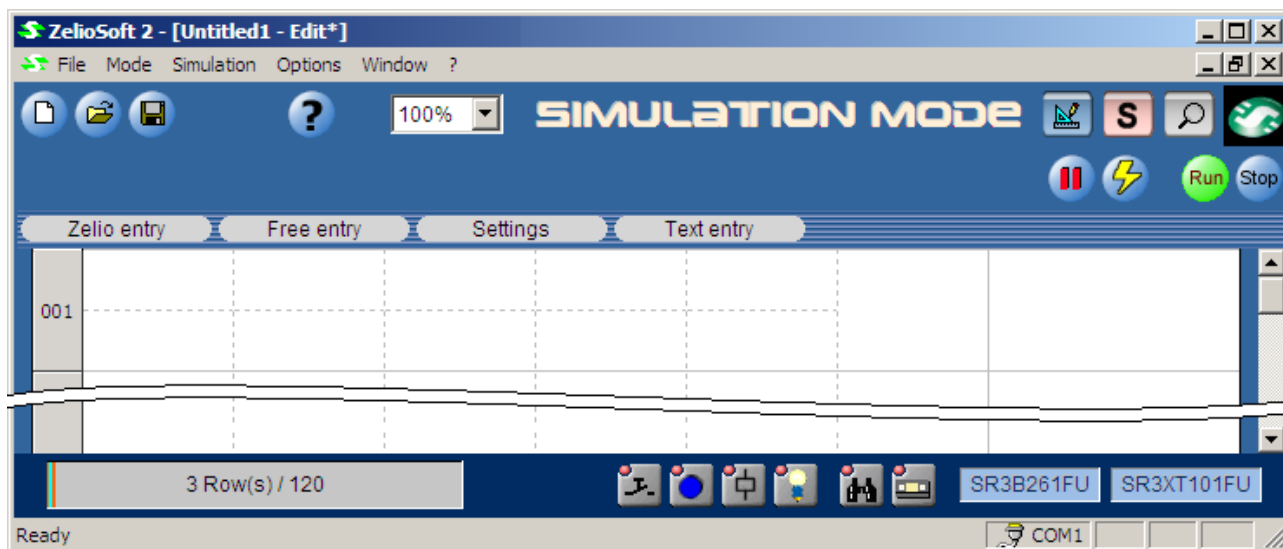


Рис. 1.9. Головне вікно програмної оболонки ZelioSoft 2 у режимі «Simulation»

Окрім вище зазначених елементів, інтерфейс програмної оболонки ZelioSoft 2 у режимі «Simulation» має кнопки для керування процесом моделювання:



та кнопки виклику панелей керування і перегляду рівнів апаратних сигналів і станів функціональних блоків:



Кнопки для керування процесом моделювання мають таке призначення:

-  – призупинення/поновлення процесу моделювання (Pause/Run);
-  – моделювання збою живлення модуля (Power failure);
-  – запуск моделювання роботи програми користувача (Start);
-  – зупинка моделювання (Switch off).

Кнопки виклику панелей керування і перегляду рівнів апаратних сигналів і станів функціональних блоків мають таке призначення:

-  – показати/сховати панель кнопок вхідних сигналів (Show/hide inputs);
-  – показати/сховати панель кнопок лицевої панелі (Show/hide Zx keys);
-  – показати/сховати панель допоміжних реле (Show/hide auxiliary relays);
-  – показати/сховати панель стану виходів (Show/hide outputs);
-  – показати/сховати вікно стану функціональних блоків модуля інтелектуального реле (Show/hide function blocks);

-  – показати/сховати вікно контролю часу моделювання (Show/hide the simulation time controller).

#### **4.3. Налаштування параметрів програмної оболонки Zelio Soft 2**

Налаштування параметрів оболонки ZelioSoft 2 зазвичай виконується користувачем одноразово після її інсталяції.

Для цього слід запустити команду меню File > Preferences...

Як результат виводиться вікно налаштування «Preferences...», рис. 1.10.

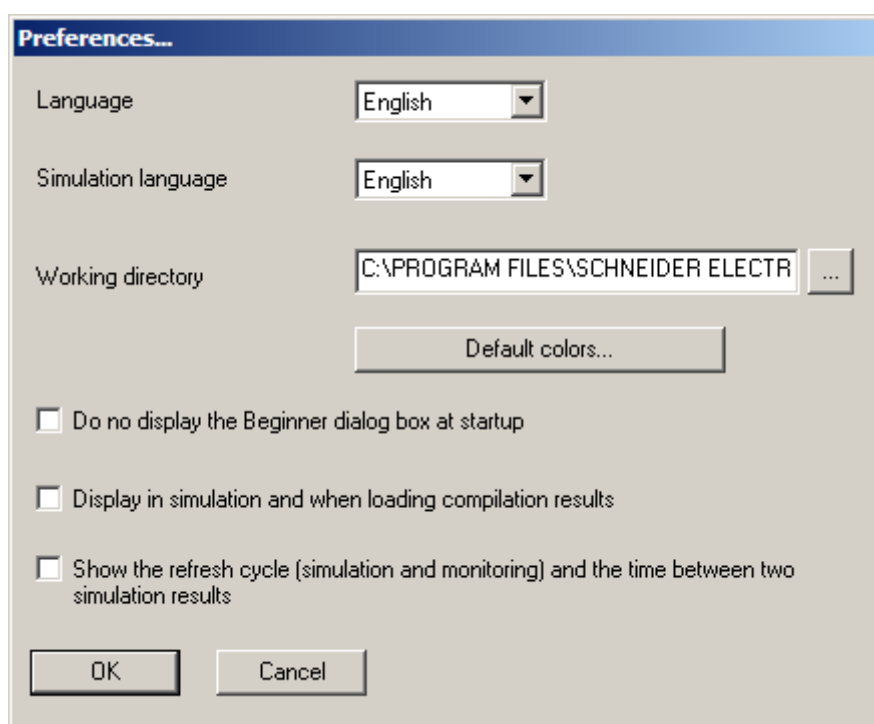


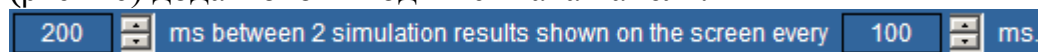
Рис. 1.10. Вікно налаштування параметрів програмної оболонки ZelioSoft 2

У цьому вікні доступні такі опції:

- **Language** – мова, яка використовується для відображення команд меню, заголовків вікон, тощо;
- **Simulation language** – мова, яка використовується для відображення тексту в режимі симуляції роботи з лицевою панеллю модуля інтелектуального реле;
- **Working directory** – робоча папка, до якої за умовчанням записуються файли програм користувача;
- **Do not display the Beginner dialog box at startup** – не виводити вікно запрошення (рис. 1.1) при запуску програмної оболонки ZelioSoft 2;
- **Display in simulation and when loading compilation results** – вивести перед запуском режиму моделювання (симуляції) вікно результатів компіляції програми користувача «Simulation results»;

- Show the refresh cycle (simulation and monitoring) and the time between two simulation results – виводити при моделюванні (симуляції) кількість циклів та час між оновленням результатів моделювання на екрані комп'ютера.

У випадку, якщо встановлена остання опція (Show the refresh cycle...), у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 в режимі моделювання (рис. 1.9) додатково виводиться така панель:



Це значить, що результати моделювання роботи програми користувача (за термін 200 мс) оновлюються на екрані кожні 100 мс. Якщо зменшити перше число та підвищити друге, то можна спостерігати за роботою системи, яка моделюється, у режимі «уповільнення часу».

**Зауваження:** забороняється змінювати налаштування у вікні «Preferences...» без дозволу викладача.

#### **4.4. Налаштування конфігурації програми користувача**

Зазвичай налаштування конфігурації програми користувача виконується на початку роботи над новою програмою.

Для цього слід запустити команду меню Edit > Program configuration.

Як результат виводиться вікно конфігурації «Program configuration», рис. 1.11.

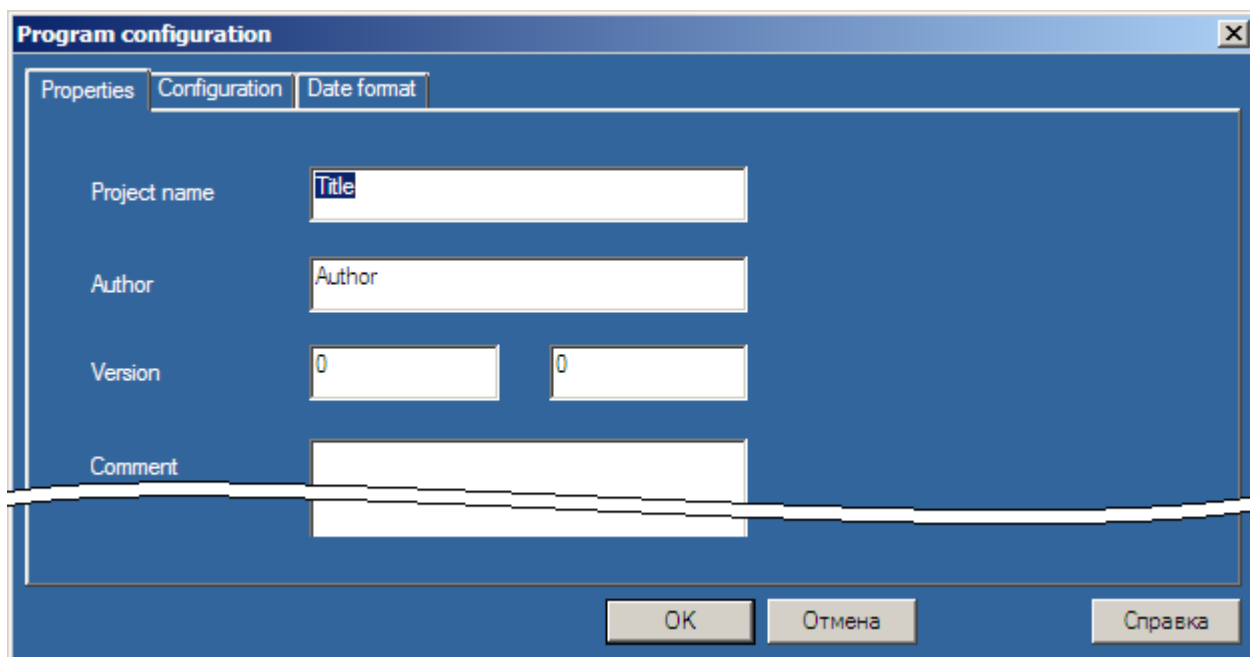


Рис. 1.11. Вікно вибору конфігурації програми користувача

У цьому вікні є вкладки «Properties» (властивості), «Configuration» (конфігурація) та «Data format» (формат відображення календарної дати).

У вкладці «Properties» є такі поля для заповнення:

- Project name – найменування проекту;
- Author – прізвище або інші дані щодо автора або виконавця проекту;
- Version – версія (реліз) програми користувача;
- Comment – коментарі щодо проекту.

У вкладці «Configuration» є такі опції:

- Cycle time in the module,  $\times 10$  ms – тривалість обчислювального циклу;
- WATCHDOG action (module cycle time control) – функція сторожового таймера (можливі варіанти: Inactive – нормальний операційний режим, Alarm та Error – режими контролю тривалості обчислювального циклу);
- Type of Hardware Input Filtering – швидкодія спрацьовування дискретних входів: Slow (3 ms) – звичайний режим (термін спрацьовування 3 мс), Fast (0,3 ms) – форсований режим (термін спрацьовування зменшується, але підвищується чутливість до завад);
- Zx keys inactive – дезактивація функції Zx = KEYS. Якщо опція встановлена, кнопки лицевої панелі використовуються тільки для налаштування, конфігурування та програмування.

Слід зазначити, що тривалість обчислювального циклу залежить від кількості задіяних входів/виходів і наявності блоків розширення. За умовчанням тривалість обчислювального циклу становить 10 мс. Це значення можна змінювати у межах 10...90 мс у вікні конфігурації програми користувача (вкладка «Configuration»).

Перевищення реального часу виконання одного обчислювального циклу може призвести до хибного управління керованим об'єктом або процесом. Тому для контролю тривалості циклу у складі модуля інтелектуального реле є сторожовий таймер (Watchdog). У залежності від налаштування, він може або виводити попередження при перевищенні терміну обчислювального циклу (режим «Alarm»), або зупиняти роботу програми (режим «Error»).

Функція Zx = KEYS дозволяє використовувати кнопки лицевої панелі модуля інтелектуального реле не тільки для програмування його функцій, але і як кнопки панелі оператора (Push-buttons).

У вкладці «Date format» є такі опції:

- Date format – формат відображення дати календаря у вікні Acceleration and simulation limits в режимі «Simulator» (Day/Month/Year – календарна дата/місяць/рік, Month/Day/Year – місяць/дата/рік, Year/Month/Day – рік/місяць/дата);
- Activate the summer/winter time change – активувати функцію переходу на зимовий/літній час;
- Zone – географічна (часова) зона, в якій знаходиться користувач (Europe, GB, USA, Other);

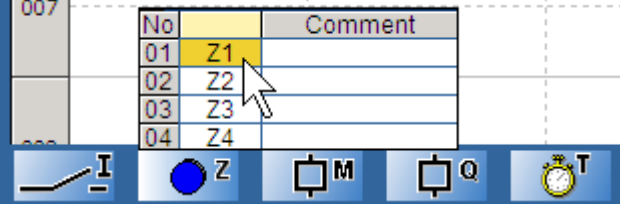
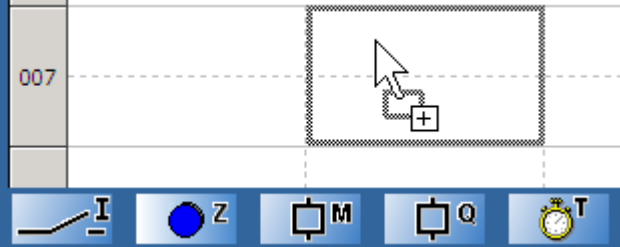
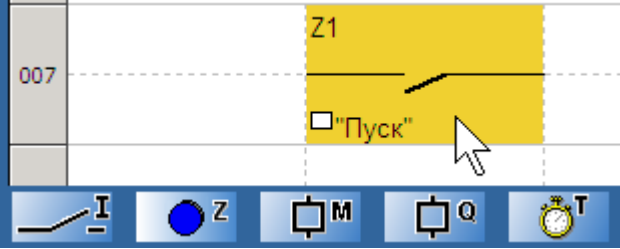
- Indicate...change to summertime – день та місяць переходу на літній час;
- Indicate...change to wintertime – день та місяць переходу на зимній час;
- Sunday of the month – неділя місяця, у яку здійснюється переведення часу (1-ша, 2-га, ... або остання);
- Month – місяць, в який здійснюється переведення часу.

#### 4.5. Введення та редагування програми користувача у режимі «Free entry»

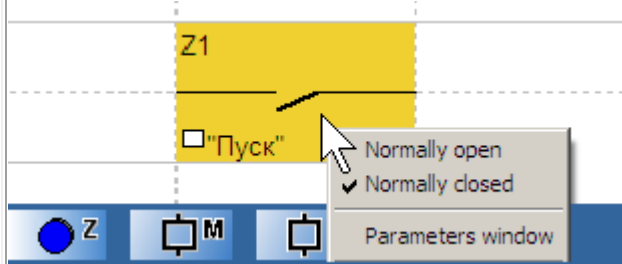
##### 4.5.1. Вставка, редагування та видалення елементу

При введенні програми користувача слід розміщати контакти до будь-якої колонки, крім двох останніх. Котушки вставляються до передостанньої колонки, остання колонка має містити текстові коментарі (див. рис. 1.5).

Процедура введення елемента:

| Крок | Опис дії                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | <p>Виберіть тип необхідного елемента в панелі розміщення (вставки) елементів:</p>  <p>Список доступних елементів відображається у нижній частині екрана. У діалоговому вікні, що з'являється, можна побачити:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• номер елемента;</li> <li>• позначення елемента;</li> <li>• текстовий коментар.</li> </ul> |
| 2    | <p>Виберіть необхідний елемент, захватіть його лівою кнопкою миші та перенесіть його на поле для набору програми. Відпустіть ліву кнопку миші.</p>                                                                                                                                                                                                   |
| 3    | <p>У разі необхідності подвійним кліком на елементі введіть текстовий коментар:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                  |

- 4 У разі необхідності кліком правої кнопки миші викличте контекстне меню та змініть параметри елемента:



Для видалення елемента необхідно виділити його та натиснути на клавіатурі одну із клавіш: Del, Backspace, Ctrl + X, або використати команду Clear (очистити) контекстного меню.

Під час вставки котушки реле слід звертати увагу на її тип:

| No |    |  |   |   | Comment | No |    |    |  |   | Comment | No |    |  |  |  |  |
|----|----|--|---|---|---------|----|----|----|--|---|---------|----|----|--|--|--|--|
| 01 | Q1 |  | J | S | R       |    | 01 | M1 |  | J | S       | R  | 15 |  |  |  |  |

Можливе розміщення елемента наступного типу:

- Active on (Contactor) state – котушка, що спрацьовує за рівнем (режим «Контактор»);
- Active on (Impulse relay) edge – котушка, що спрацьовує за фронтом (режим «імпульсного реле-перемикача»);
- Latch activation (Set) – котушка установки реле в активний стан;
- Latch deactivation (Reset) – котушка скидання реле (установка у неактивний стан).

Якщо задіяні котушки (SM, RM) або (SQ, RQ), то відповідні реле фактично працюють як RS-тригери.

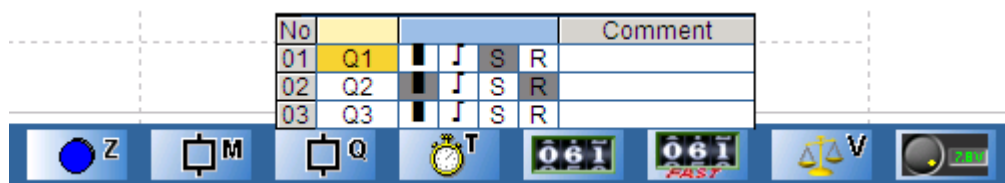
Після вставки контакту можна змінити його тип. Доступні такі типи контактів:

- або – нормально розімкнений (закриваючий);
- або – нормально замкнутий (розкриваючий).

Для зміни типу контакту необхідно кліком правої кнопки миші викликати контекстне меню та вибрати тип контакту:

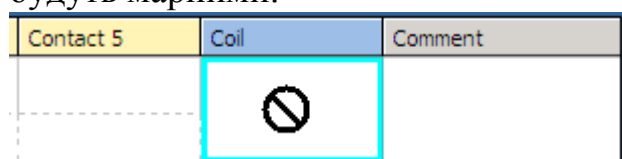
- Normally open – нормально розімкнений;
- Normally closed – нормально замкнутий.

Використані (вставлені) елементи позначаються у випадаючому меню панелі розміщення елементів сірим кольором:



Деякі елементи (наприклад компаратор кодів лічильників, компаратор аналогових сигналів) мають тільки контакти і не мають котушок. Контакти цих елементів спрацьовують в залежності від зовнішніх умов (наприклад, при співпаданні кодів двох лічильників), а не в залежності від стану котушки.

Тому, спроби розмістити такий елемент у колонці для котушок (у колонці Coil) будуть марними:



курсору миші має вигляд заборони: .

Деякі елементи, навпаки, мають тільки котушки (вихідні функції). Такі елементи не можуть впливати на стан інших пристроїв і тому не мають контактів. До таких елементів відносяться, наприклад, текстові блоки та функція підсвічування LCD-дисплею на лицевій панелі модуля інтелектуального реле.

#### 4.5.2. Вставка та видалення електричного з'єднання

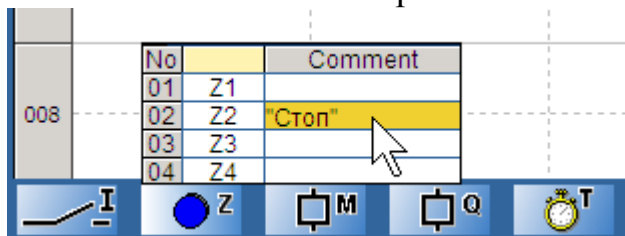
Процедура введення лінії електричного з'єднання:

| Крок | Опис дії                                                                                                                                                                                                   |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Підведіть курсор миші до горизонтальної або вертикальної пунктирної лінії, де необхідно розмістити лінію з'єднання:<br> |
| 2    | Натисніть ліву кнопку миші: вставлена лінія електричного з'єднання буде червоного кольору:<br>                          |
| 3    | У разі необхідності продовжуйте лінію з'єднання, зміщуючи курсор миші.                                                                                                                                     |
| 4    | Відпустіть ліву кнопку миші: лінія електричного з'єднання створена.                                                                                                                                        |

Видалити електричне з'єднання можна кліком лівої кнопки миші на лінії цього з'єднання.

### 4.5.3. Вставка та редагування текстових коментарів

Вставляти текстовий коментар щодо елемента можна під час його розміщення. Вставка та редагування виконується подвійним кліком лівої кнопки миші на полі текстового коментарю:



Наявність текстового коментарю до елемента позначається наступним чином:

- елемент без текстового коментарю;
- елемент з текстовим коментарем;
- елемент із згорнутим текстовим коментарем.

Кліком лівої кнопки миші на піктограмі текстового коментарю його можна згорнути. Згорнутий коментар позначається піктограмою поштового конверта .

Додати текстовий коментар до елемента також можна подвійним кліком миші безпосередньо на елементі. При цьому виводиться вікно параметрів елемента, в якому є вкладка «Comments», рис. 1.12.

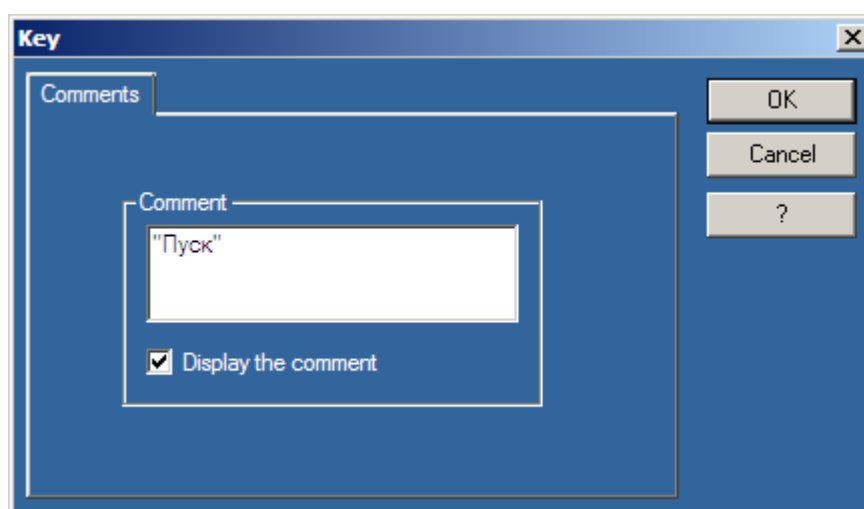


Рис. 1.12. Вкладка «Comments» у вікні параметрів елемента

Для того, щоб ввести коментар для рядку сходової діаграми програми користувача, необхідно активізувати поле **Comment** подвійним кліком лівої кнопки миші.

Керувати відображенням коментарів у вікні програми користувача можна за допомогою команд меню:

- **Display > Comments > All** – розгорнути усі коментарі;
- **Display > Comments > None** – згорнути усі коментарі, крім коментарів до рядків сходової діаграми.

Вставляти текстові коментарі щодо елементів можна також у режимі «Text entry» (див. рис. 1.8).

Видалити текстовий коментар можна таким самим чином, як і будь-який інший елемент або фрагмент програми.

#### 4.5.4. Режим відображення програми користувача

Програма користувача у режимі «Free mode» може бути відображена символами електричної схеми або символами сходової діаграми, рис. 1.13.

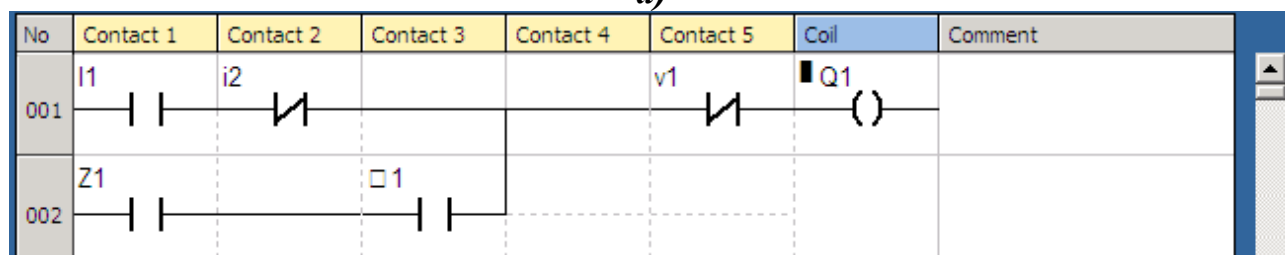
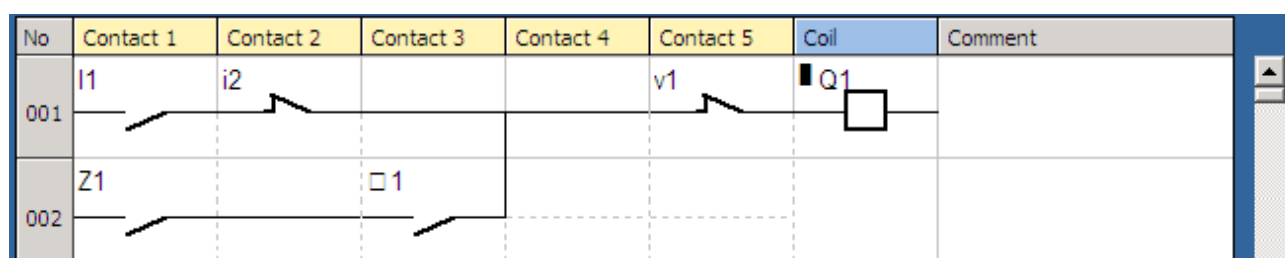


Рис. 1.13. Програма користувача, що відображена символами електричної схеми (а) та символами сходової діаграми (б)

Змінити режим відображення можна за допомогою команд меню:

- **Display > Ladder symbol** – відображення символами сходової діаграми;
- **Display > Electrical symbol** – символами електричної схеми.

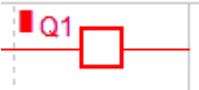
#### 4.6. Моделювання роботи програми користувача у режимі «Simulation»

Як було зазначено вище, до режиму моделювання можна перейти, якщо натиснути кнопку **S** «Simulation» на панелі інструментів. Вигляд головного

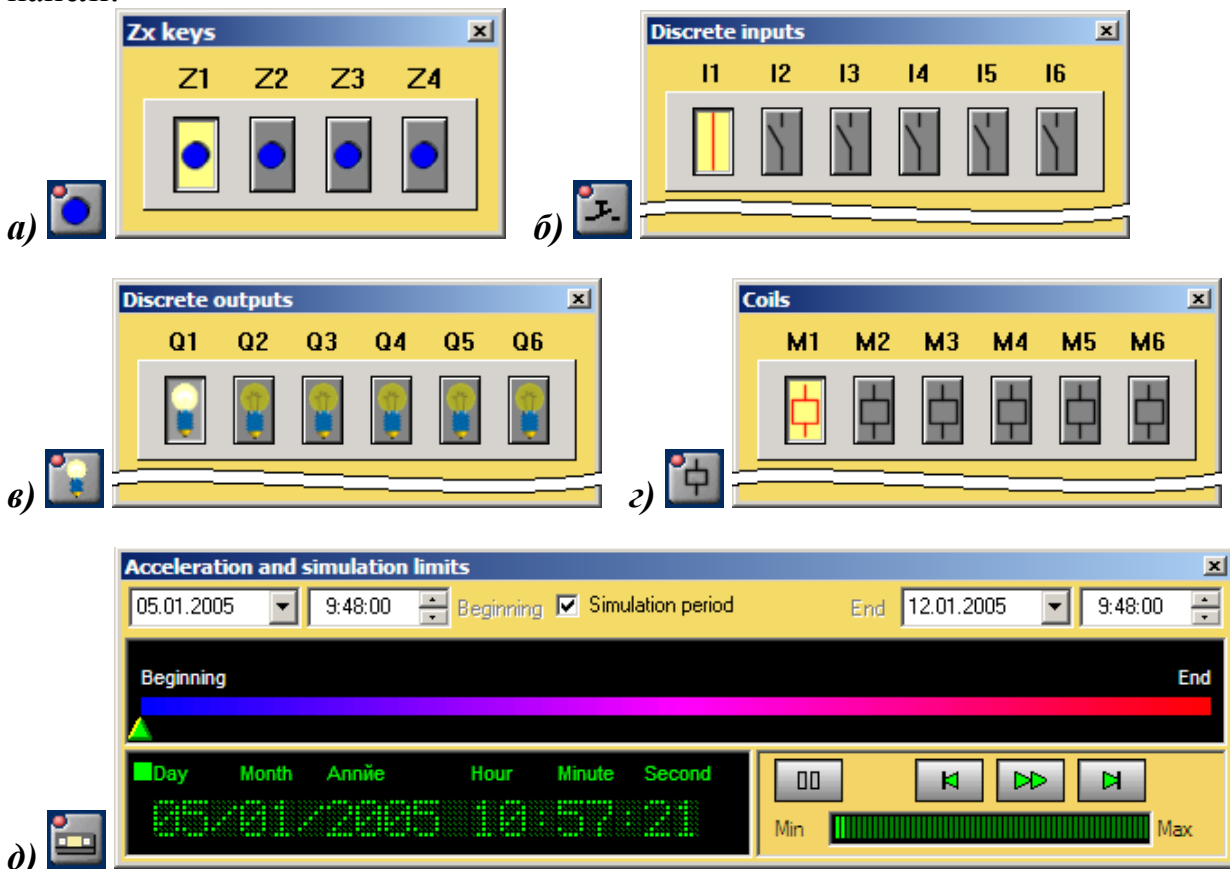
## Лабораторна робота №1: Програмна оболонка ZelioSoft 2: призначення, інтерфейс, методи роботи

вікна у режимі моделювання (рис. 1.9) та опис кнопок і команд меню був наданий вище.

Якщо натиснута кнопка  запуску моделювання, то має місце система позначень елементів різними кольорами. Отже:

-  – синім кольором позначаються знеструмлені елементи;
-  – червоним кольором позначаються елементи, що знаходяться під напругою живлення;
-  – жовтим позначаються замкнуті контакти, якими не протікає струм (знеструмлені), незалежно від того, чи живиться струмом відповідна котушка.

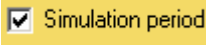
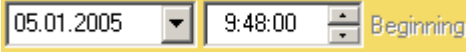
Для спрощення моделювання, імітації зовнішніх пристроїв (кнопок) і зміни рівнів апаратних сигналів, що надходять до модуля, можна викликати додаткові панелі:



- a)** – панель імітації кнопок лицевої панелі модуля інтелектуального реле у режимі Zx = keys; викликається кнопкою «Show/hide Zx keys»;

- б) – панель імітації кнопок, що підключені до дискретних входів; викликається кнопкою «Show/hide inputs»;
- в) – панель індикації стану вихідних сигналів; викликається кнопкою «Show/hide outputs»;
- г) – панель індикації стану проміжних реле; викликається кнопкою «Show/hide auxiliary relays»;
- д) – панель індикації граничних значень терміну моделювання та поточного значення часу моделювання (контролер часу моделювання); викликається кнопкою «Show/hide the simulation time controller»;

Функції панелі контролера часу впливають на моделювання роботи годинника реального часу. На цій панелі доступні такі елементи:

-  – опція, встановлення якої дозволяє задавати початок та кінець часового інтервалу моделювання;
-  – дата та час початку інтервалу моделювання;
-  – дата та час завершення інтервалу моделювання;
-  – показчик поточного часу моделювання;
-  – індикатор поточної дати та часу моделювання;
-  – припинення моделювання (pause);
-  – перехід на початок інтервалу моделювання (beginning);
-  – пришвидшення моделювання (fast forward);
-  – перехід на кінець інтервалу моделювання (end);
-  – регулятор інтенсивності дії кнопки пришвидшення моделювання (Time adjustment).

Для зміни функціональних параметрів елементів модуля (таймерів, лічильників, компараторів, тощо) слід натиснути кнопку «Show/hide function blocks». При цьому викликається відповідне вікно:



| No  | Function           | Label | Type             | Preset       | Current      | Lock | Comment |
|-----|--------------------|-------|------------------|--------------|--------------|------|---------|
| 001 | Timer              | T1    | A: On delay      | T1 = 001.0 S | T1 = 000.9 S | Yes  |         |
| 002 | Counter comparator | V1    | C1 + 5 > C2 + -7 |              |              | No   |         |

Окрім полів, які можна побачити та заповнити у режимі «Settings» (див. вище), вікно параметрів функціональних блоків має поле «Current». В цьому полі під час моделювання відображаються поточні значення параметрів.

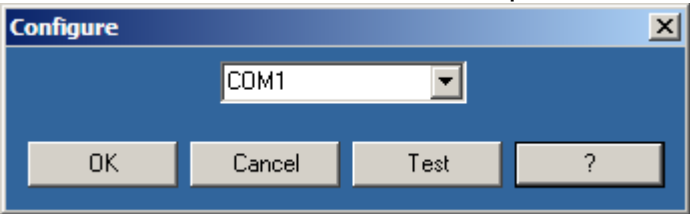
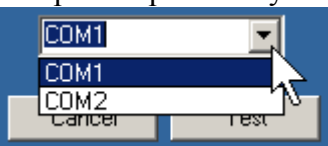
#### **4.7. Комунікативні функції ZelioSoft 2**

Комунікативні функції програмної оболонки ZelioSoft 2 надають можливості обміну даними між персональним або портативним комп'ютером та модулем інтелектуального реле. При цьому повинен бути забезпечений апаратний зв'язок спеціальним кабелем між COM-портом комп'ютера та послідовним портом модуля.

Комунікативні функції ZelioSoft 2 надають користувачеві наступні можливості (відповідні команди меню описані в п. 4.2):

- завантаження програми користувача до модуля із запуском або без запуску на виконання;
- зчитування програми із модуля;
- запуск/зупинка виконання модулем програми користувача;
- порівняння програми користувача, що набрана на комп'ютері, з завантаженою до модуля програмою;
- очищення програмної пам'яті модуля;
- виставлення календарної дати та часу годинника модуля;
- діагностування модуля;
- завантаження мікропрограми до модуля;
- робота з модулем у режимі моніторингу.

Перед обміном даними з модулем бажано перевірити (або настроїти у разі необхідності) конфігурацію лінії зв'язку за такою процедурою:

| Крок | Опис дії                                                                                                                                                                                     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Відкрийте вікно конфігурації лінії зв'язку за допомогою команди меню Transfer > COMMUNICATION Setup :<br> |
| 2    | Оберіть порт зв'язку із випадаючого меню COM:<br>                                                         |
| 3    | У разі необхідності натисніть кнопку «Test» та протестуйте роботу лінії зв'язку.                                                                                                             |
| 4    | Зафіксуйте зміни натисненням кнопки «OK».                                                                                                                                                    |

## Лабораторна робота №1: Програмна оболонка ZelioSoft 2: призначення, інтерфейс, методи роботи

Для завантаження програми користувача до модуля інтелектуального реле виконайте наступні дії:

| Крок | Опис дії                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Виконайте команду меню Transfer > Transfer program > PC → Module.<br>При цьому перевіряється зв'язок з модулем, виконується компіляція програми та виводиться вікно результатів компіляції.                                                                                                                                         |
| 2    | У залежності від результатів компіляції: <ul style="list-style-type: none"><li>• якщо компіляція успішно завершена – натисніть кнопку «ОК»; при цьому з'являється вікно настроювання параметрів завантаження;</li><li>• у випадку невдалої компіляції скорегуйте програму користувача та почніть з кроку 1.</li></ul>               |
| 3    | Виберіть параметри завантаження (запису) у вікні «Write options»: <ul style="list-style-type: none"><li>• захист програми, що завантажена до модуля за допомогою замка;</li><li>• захист програми паролем від зчитування та модифікації;</li><li>• запустити виконання модулем програми користувача у режимі моніторингу.</li></ul> |
| 4    | Зафіксуйте внесені зміни натисканням кнопки «ОК».<br>В результаті вікно вибору параметрів запису закриється.                                                                                                                                                                                                                        |
| 5    | Запустіть передачу даних: натисніть кнопку «ОК» у діалоговому вікні запису програми користувача.                                                                                                                                                                                                                                    |

Інші комунікативні функції використовують аналогічним чином за допомогою відповідних команд меню.

### 5. Запитання для самоконтролю

1. Для чого призначена програмна оболонка ZelioSoft 2? Чи можлива робота з модулем інтелектуального реле без використання цієї програми?
2. У яких режимах може бути задіяна програмна оболонка ZelioSoft 2? Як можна перемикаати режими її роботи?
3. Як розмістити (вставити) елемент до програми користувача? Яким чином виконуються електричні з'єднання елементів? Як видалити елемент, лінію або фрагмент програми? Як знищити електричне з'єднання?
4. Чому деякі елементи модуля можна розмістити тільки на полях для вставки контактів, а деякі – тільки на полях для котушок (функцій)?
5. Як заборонити/дозволити вивід вікна запрошення «Welcome» при запуску програмної оболонки ZelioSoft 2?
6. Як змінити папку, до якої за умовчанням зберігаються файли користувача?
7. Як заборонити/дозволити вивід вікна результатів компіляції програми користувача при запуску режиму моделювання?
8. Куди і як слід записувати дані щодо автора програми користувача, номеру її версії, назви проекту, тощо?
9. Де і яким чином можна вибирати формат відображення календарної дати?
10. Як двома способами можна викликати вікно конфігурації програми?

11. Яке значення має тривалість обчислювального циклу? Від чого вона залежить? Як можна контролювати і змінювати її?
12. Як запустити програму користувача на компіляцію, не застосовуючи режим моделювання? Як проглянути результати компіляції?
13. Як перевірити валідність програми користувача без застосування режиму моделювання?
14. Як змінити кольори відображення елементів програми користувача? Як повернути стандартні кольори, що передбачені розробником ZelioSoft 2?
15. Як змінити вертикальний масштаб відображення програми користувача?
16. Чи впливає режим відображення програми користувача (символами електричної схеми або символами сходової діаграми) на роботу програми (на роботу модуля) і як саме?
17. Для чого застосовується функція «Lock»?
18. Яким чином у режимі моделювання позначаються знеструмлені елементи програми користувача; яким чином позначаються елементи, на які подана напруга живлення?
19. Як задати часовий інтервал моделювання роботи програми користувача?
20. Якщо необхідно промодельовувати роботу модуля інтелектуального реле з 13-ї години до 13-45 одного дня, то скільки часу триватиме сам процес моделювання? Чи можна змінювати швидкість моделювання?
21. Як у режимі моделювання вивести на екран віртуальну лицеву панель модуля інтелектуального реле?
22. Як у режимі моделювання імітувати натиснення кнопок Zx лицевої панелі модуля? Яким чином можна контролювати стан дискретних виходів?
23. Як під час моделювання можна проглянути поточні значення параметрів функціональних блоків (таймерів, компараторів, тощо)?
24. Чи можна призупинити, а через деякий час відновити процес моделювання роботи програми користувача?
25. Як змінити інтенсивність дії кнопки «Fast Forward»?
26. Як у оболонці ZelioSoft 2 вибрати номер послідовного порту комп'ютера, що використовується для зв'язку з модулем інтелектуального реле?
27. Як передати програму користувача до модуля? Як зчитати програму із модуля до комп'ютера? Яким чином виконується порівняння програми, що набрана на комп'ютері та програми, яка знаходиться у програмній пам'яті модуля?
28. Які умови необхідно виконати для забезпечення обміну даними між модулем інтелектуального реле та персональним комп'ютером?

## **6. Індивідуальні завдання**

Номер варіанту індивідуального завдання обирається за порядковим номером студента у академічному журналі групи.

### 6.1. Індивідуальні завдання звичайного рівня складності

Набрати у режимі «Free entry» програму користувача за приведеною електричною схемою. Промодельовати роботу набраної програми. Обрати швидкість моделювання, яка забезпечує комфортне візуальне сприйняття перехідних процесів у схемі. Проаналізувати роботу програми. З дозволу викладача завантажити програму до модуля інтелектуального реле та продемонструвати її роботу. За вимогою викладача внести до схеми необхідні зміни.

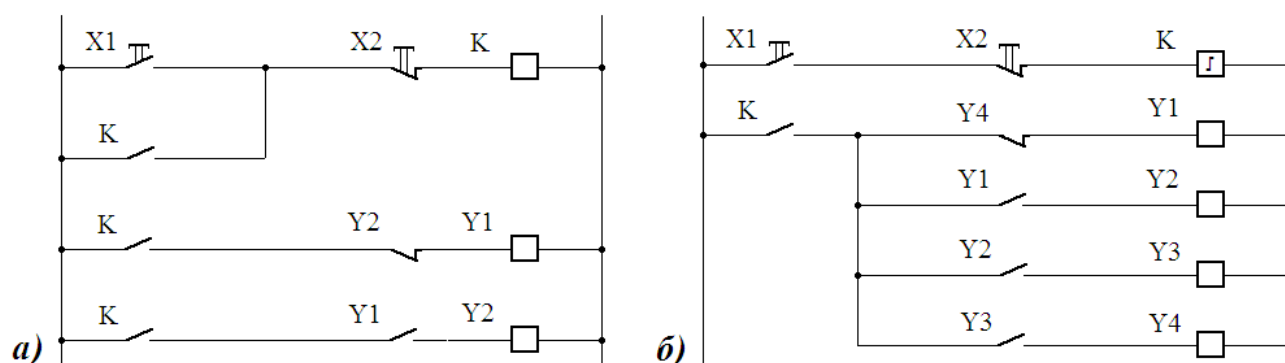


Рис. 1.14. Схеми до індивідуальних завдань звичайного рівня складності:  
а) для варіантів з парним номером; б) для варіантів з непарним номером

| №  | Вхідні сигнали |    | Вихідні сигнали |    |    |    |
|----|----------------|----|-----------------|----|----|----|
|    | X1             | X2 | Y1              | Y2 | Y3 | Y4 |
| 1  | Z1             | I1 | Q1              | Q2 | Q3 | Q4 |
| 2  | Z2             | I2 | Q1              | Q8 | —  | —  |
| 3  | Z3             | I3 | Q2              | Q3 | Q4 | Q5 |
| 4  | Z4             | I4 | Q2              | Q7 | —  | —  |
| 5  | I5             | Z1 | Q3              | Q4 | Q5 | Q6 |
| 6  | I6             | Z2 | Q3              | Q6 | —  | —  |
| 7  | I7             | Z3 | Q4              | Q5 | Q6 | Q7 |
| 8  | I8             | Z4 | Q4              | Q5 | —  | —  |
| 9  | Z1             | I8 | Q5              | Q6 | Q7 | Q8 |
| 10 | Z2             | I7 | Q5              | Q4 | —  | —  |
| 11 | Z3             | I6 | Q6              | Q7 | Q8 | Q9 |
| 12 | Z4             | I5 | Q6              | Q3 | —  | —  |
| 13 | I4             | Z1 | Q7              | Q6 | Q5 | Q4 |
| 14 | I3             | Z2 | Q7              | Q2 | —  | —  |
| 15 | I2             | Z3 | Q8              | Q7 | Q6 | Q5 |
| 16 | I1             | Z4 | Q8              | Q1 | —  | —  |
| 17 | Z1             | I3 | Q1              | Q3 | Q5 | Q7 |
| 18 | Z2             | I5 | Q1              | Q3 | —  | —  |
| 19 | Z3             | I7 | Q2              | Q4 | Q6 | Q8 |
| 20 | Z4             | I1 | Q2              | Q5 | —  | —  |

## **6.2. Індивідуальні завдання підвищеного рівня складності**

Скласти програму на мові сходових діаграм, що реалізує алгоритм роботи кодового замка. Секретний код вводиться послідовним натисканням кнопок X1...X5 у будь-якому порядку. Натискання кнопки призводить до запалення і фіксації відповідної лампи (котушки Y1...Y5). Секретний код хазяїн приміщення фіксує у пам'яті модуля інтелектуального реле натисненням кнопки Zx на лицевій панелі модуля (сторонні не мають доступу до модуля).

Скинути невірний набраний код можна, якщо натиснути кнопку дзвінка X6. При цьому згасають усі лампи Y1...Y5 та на короткий час (поки тримають кнопку X6) спрацьовує дзвінок (котушка Y6). Таким чином, зловмиснику доведеться підбирати код, постійно натискуючи кнопку дзвінка у разі помилки.

У випадку вірно набраного коду спрацьовує дискретний вихід, який відчиняє двері, розблоковуючи доступ до приміщення.

| №  | Кнопки введення секретного коду X1...X5 | Кнопка фіксації секретного коду Zx | Кнопка дзвінка та скиду помилкового коду X6 | Дискретний вихід дзвінка сигналізації Y6 | Дискретний вихід відчинення дверей Y7 |
|----|-----------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1  | I1...I5                                 | Zx1                                | I6                                          | Q6                                       | Q7                                    |
| 2  | I2...I6                                 | Zx2                                | I7                                          | Q7                                       | Q8                                    |
| 3  | I3...I7                                 | Zx3                                | I8                                          | Q8                                       | Q1                                    |
| 4  | I4...I8                                 | Zx4                                | I1                                          | Q1                                       | Q2                                    |
| 5  | I1...I5                                 | Zx3                                | I7                                          | Q7                                       | Q8                                    |
| 6  | I2...I6                                 | Zx4                                | I8                                          | Q8                                       | Q1                                    |
| 7  | I3...I7                                 | Zx1                                | I1                                          | Q1                                       | Q2                                    |
| 8  | I4...I8                                 | Zx2                                | I3                                          | Q3                                       | Q2                                    |
| 9  | I1...I5                                 | Zx3                                | I7                                          | Q7                                       | Q6                                    |
| 10 | I2...I6                                 | Zx3                                | I1                                          | Q1                                       | Q8                                    |
| 11 | I3...I7                                 | Zx4                                | I8                                          | Q8                                       | Q1                                    |
| 12 | I4...I8                                 | Zx3                                | I2                                          | Q2                                       | Q1                                    |
| 13 | I1...I5                                 | Zx2                                | I7                                          | Q7                                       | Q6                                    |
| 14 | I2...I6                                 | Zx1                                | I8                                          | Q8                                       | Q7                                    |
| 15 | I3...I7                                 | Zx4                                | I1                                          | Q1                                       | Q8                                    |

## **Лабораторна робота № 2**

### **Програмна реалізація логічних функцій мовою сходових діаграм**

#### **1. Мета роботи**

Ознайомлення з методами реалізації логічних функцій мовою сходових діаграм. Отримання практичних навичок програмування модуля інтелектуального реле Zelio на мові сходових діаграм.

#### **2. Програма роботи**

1. Ознайомитися з теоретичними матеріалами, що наведені у методичних вказівках.
2. Апробувати реалізацію основних логічних функцій мовою сходових діаграм у програмній оболонці ZelioSoft 2 на комп'ютері обчислювального центру або навчальної лабораторії.
3. Відповісти на запитання для самоконтролю.
4. Набрати програму користувача згідно з індивідуальним завданням. Промодельовати її роботу.
5. З дозволу викладача завантажити набрану програму до модуля інтелектуального реле та продемонструвати роботу програми.
6. Скласти та захистити підсумковий звіт.

#### **3. Вказівки щодо складання звіту**

Підсумковий звіт повинен містити:

1. Назву, мету та програму роботи.
2. Таблицю відповідності логічних функцій та їх релейних еквівалентів.
3. Складені самостійно схеми, що ілюструють основні закони теорії релейних схем (переставні, сполучні та розподільні);
4. Схему та лістинг програми користувача згідно з індивідуальним завданням.

#### **4. Теоретичні відомості**

##### **4.1. Логічні функції**

Алгебра логіки вивчає різноманітні логічні залежності між твердженнями і оперує тільки двома значеннями: істина – «1» та хибність – «0».

У алгебрі логіки виділяють три основні логічні функції:

- логічне множення або **кон'юнкція (I, AND)**; позначається знаком « $\wedge$ »;
- логічне додавання або **диз'юнкція (АБО, OR)**; позначається знаком « $\vee$ »;

## **Лабораторна робота № 2: Програмна реалізація логічних функцій мовою сходових діаграм**

- логічне заперечення або **інверсія** (**NI**, **NOT**); позначається знаком горизонтальним штрихом над символом аргументу: «*аргумент*»;

Сутність даних логічних функцій не потребує пояснення у цих методичних вказівках.

*Зауваження:* для позначення операцій логічного множення та додавання також можна використовувати знаки відповідних арифметичних операцій: «•» та «+».

Крім трьох основних логічних функцій, застосовуються похідні від них з більш складним логічним зв'язком. До них відносять наступні функції:

- **АБО-НІ** (стрілка Пірса);
- **І-НІ** (штрих Шеффера);
- **РІВНОЗНАЧНІСТЬ** (еквівалентність);
- **НЕРІВНОЗНАЧНІСТЬ** (нееквівалентність);
- **ІМПЛИКАЦІЯ**;
- **ЗАБОРОНА**;
- **ПАМ'ЯТЬ**;
- **ЗАТРИМКА**;
- **ПОВТОР**;
- та інші.

**Функція АБО-НІ** (інверсія суми) у структурному вигляді для двох аргументів записується як  $F = \overline{a \vee b}$ . Вона приймає значення 1 тоді і тільки тоді, коли обидва аргументи дорівнюють 0, тобто функція є істинною якщо хибні обидва твердження, що входять до неї. Стрілці Пірса відповідає послідовне підключення двох або більше нормально замкнутих контактів. Ланцюг буде замкнутий, якщо на жодне реле не поданий сигнал.

**Функція І-НІ** (інверсія добутку) у структурному вигляді записується як  $F = \overline{a \wedge b}$ . Функція приймає значення 0 тоді і лише тоді, коли обидва аргументи мають значення 1, тобто функція є хибною, лише якщо істинні обидва твердження, що входять до неї. Електричним еквівалентом штриха Шеффера є паралельне підключення двох або більше нормально замкнутих контактів. Ланцюг буде розімкнений, якщо на обидва реле поданий сигнал.

**Функція РІВНОЗНАЧНІСТЬ** у структурному вигляді записується як  $F = (\overline{a \wedge b}) \vee (a \wedge b)$ . Функція приймає значення 1 тоді і лише тоді, коли обидва аргументи одночасно мають однакові значення; функція приймає значення 0, коли аргументи мають різні значення. Тобто функція є істинною якщо обидва твердження, що входять до неї, одночасно істинні або одночасно хибні.

**Функція НЕРІВНОЗНАЧНІСТЬ (XOR)** у структурному вигляді записується як  $F = a \oplus b = (a \wedge \bar{b}) \vee (\bar{a} \wedge b)$ . Функція приймає значення 1 тоді і лише тоді, коли лише один з двох аргументів дорівнює 1. Тобто функція є істинною, якщо лише одне з тверджень, що входять до неї, істинне, а друге – хибне. Електричний аналог даної функції – це схема, на виході якої з'являється сигнал (1), якщо сигнал поданий лише на один із входів; за умови одночасного надходження сигналів на обидва входи на виході сигналу не буде (0).

**Функція ІМПЛІКАЦІЯ** у структурному вигляді записується як  $F = \bar{a} \vee b$ . Функція приймає значення 0 тоді і лише тоді, коли аргумент  $a$  має значення 1, а аргумент  $b$  – значення 0. Тобто функція є хибною, лише коли перше твердження істинне, а друге – хибне.

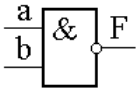
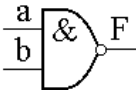
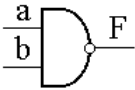
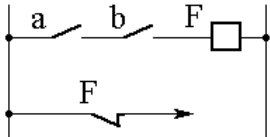
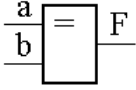
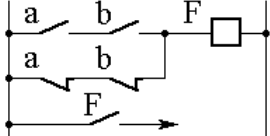
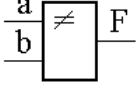
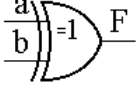
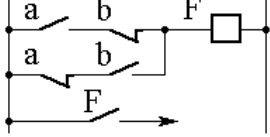
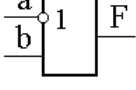
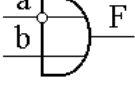
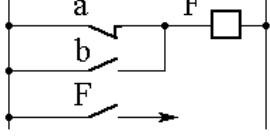
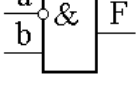
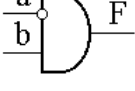
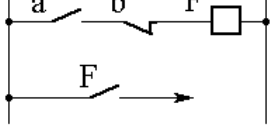
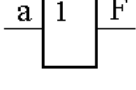
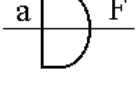
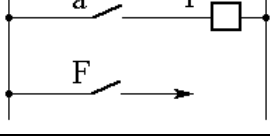
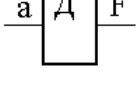
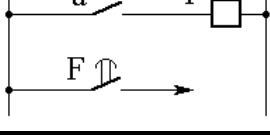
**Функція ЗАБОРОНА** у структурному вигляді записується як  $F = \bar{a} \wedge b$ . Функція приймає значення 0, якщо на вхід  $a$  поданий сигнал 1, незалежно від стану сигналу на вході  $b$ .

**Функція ЗАТРИМКА** у структурному вигляді записується як  $F = a(t - \tau)$ , де  $t$  – поточний час,  $\tau$  – затримка. Функція приймає значення, що співпадає із вхідним сигналом, але із затримкою у часі  $\tau$  після його подання.

У таблиці наведені умовні позначення найбільш поширених логічних функцій та їх релейні еквіваленти.

| Логічна функція                                      | Умовні позначення |         |         | Релейний еквівалент |
|------------------------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------------------|
|                                                      | форма 1           | форма 2 | форма 3 |                     |
| Кон'юнкція<br>І, AND<br>$F = a \wedge b$             |                   |         |         |                     |
| Диз'юнкція<br>АБО, OR<br>$F = a \vee b$              |                   |         |         |                     |
| Заперечення<br>НІ, NOT<br>$F = \bar{a}$              |                   |         |         |                     |
| Стрілка Пірса<br>АБО-НІ<br>$F = \overline{a \vee b}$ |                   |         |         |                     |

## Лабораторна робота № 2: Програмна реалізація логічних функцій мовою сходових діаграм

| Логічна функція                                                      | Умовні позначення                                                                   |                                                                                   |                                                                                      | Релейний еквівалент                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | форма 1                                                                             | форма 2                                                                           | форма 3                                                                              |                                                                                       |
| Штрих Шеффера<br>I-NI, NAND<br>$F = \overline{a \wedge b}$           |    |  |    |    |
| Рівнозначність<br>$F = (a \wedge b) \vee (\bar{a} \wedge \bar{b})$   |    | —                                                                                 | —                                                                                    |    |
| Нерівнозначність<br>$F = (a \wedge \bar{b}) \vee (\bar{a} \wedge b)$ |    |  | —                                                                                    |    |
| Імплікація<br>$F = \bar{a} \vee b$                                   |    | —                                                                                 |    |    |
| Заборона<br>$F = \bar{a} \wedge b$                                   |  | —                                                                                 |  |  |
| Повтор                                                               |  | —                                                                                 |  |  |
| Затримка<br>$F = a(t - \tau)$                                        |  | —                                                                                 | —                                                                                    |  |

### 4.2. Основні закони алгебри логіки та їх наслідки

При програмуванні на мові сходових діаграм аналітичний запис структури та умов роботи схеми дозволяє знайти оптимальний її варіант. З цією метою виконують еквівалентні аналітичні перетворення і знаходять схеми, аналогічні за своєю дією, але різні за структурою. У основі цих перетворень знаходяться методи, що базуються на математичному апараті алгебри логіки (булевої алгебри).

Оскільки у контактних релейних схемах (і на мові сходових діаграм) будь-який контакт схеми може приймати тільки два положення – замкнуте та розімкнуте (у формулі – тільки два значення: 0 та 1), то і увесь вираз або вся структурна формула може виражати замкнутий або розімкнутий ланцюг. При цьому розімкнутому стану відповідає значення 0, а замкнутому 1.

## Лабораторна робота № 2: Програмна реалізація логічних функцій мовою сходових діаграм

У булевій алгебрі вирізняють чотири пари законів, що дозволяють встановити рівнозначність різних логічних виразів, що дає можливість еквівалентної заміни одного виразу іншим. Це означає також принципову можливість рівносильної заміни однієї схеми іншою.

Розглянемо основні закони і наслідки, що витікають з них.

- **Переставні (комутативні) закони:**

- відносно додавання

$$a \vee b \vee c = b \vee c \vee a;$$

- відносно множення

$$a \wedge b \wedge c = c \wedge b \wedge a.$$

- **Сполучні (асоціативні) закони:**

- відносно додавання

$$(a \vee b) \vee c = a \vee (b \vee c);$$

- відносно множення

$$(a \wedge b) \wedge c = a \wedge (b \wedge c).$$

- **Розподільні (дистрибутивні) закони:**

- додавання відносно множення

$$(a \wedge b) \vee c = (a \vee c) \wedge (b \vee c);$$

- множення відносно додавання

$$(a \vee b) \wedge c = (a \wedge c) \vee (b \wedge c).$$

- **Закони інверсії:**

- відносно додавання

$$\overline{a \vee b} = \bar{a} \wedge \bar{b};$$

- відносно множення

$$\overline{a \wedge b} = \bar{a} \vee \bar{b}.$$

Із основних законів булевої алгебри можна отримати такі наслідки:

- |                                                    |                                                 |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| • $a \vee 0 = a;$                                  | • $a \vee 1 = 1;$                               |
| • $a \vee a = a;$                                  | • $a \vee \bar{a} = 1;$                         |
| • $a \wedge 0 = 0;$                                | • $a \wedge 1 = a;$                             |
| • $a \wedge a = a;$                                | • $a \wedge \bar{a} = 0;$                       |
| • $a \vee (a \wedge b) = a \wedge (1 \vee b) = a;$ | • $a \wedge (a \vee b) = a;$                    |
| • $a \vee \overline{a \wedge b} = a \vee b;$       | • $\bar{a} \vee (a \wedge b) = \bar{a} \vee b.$ |

У справедливості наведених законів можна упевнитися, якщо скласти схеми, які відповідають лівим та правим частинам рівнянь, і порівняти їх роботу.

### **4.3. Мінімізація релейних схем**

Сутність мінімізації полягає у тому, щоб на основі законів алгебри логіки знайти для релейної схеми (програми на мові сходових діаграм) оптимальний варіант із найменшою кількістю елементів.

Мінімізацію слід виконувати, якщо не вистачає програмно-апаратних ресурсів модуля інтелектуального реле. З іншого боку мінімізація програми призводить до спрощення її візуального сприйняття та полегшення логічного аналізу. Це зменшує ймовірність помилок під час програмування (звісно, якщо мінімізація виконана безпомилково).

Серед різноманітних способів мінімізації для *однотактових* схем найбільш поширені аналітичний, графоаналітичний та табличний (матричний).

**Аналітичний спосіб** мінімізації полягає у наступному. Для релейної схеми (сходової діаграми) записують логічну функцію та на основі викладених вище законів алгебри логіки і їх наслідків знаходять мінімальну форму запису функції. На основі мінімальної функції виконують програмування модуля інтелектуального реле.

**Графоаналітичний спосіб** полягає у використанні для мінімізації так званих *мінімізуючих карт* – таблиць, до яких занесені комбінації станів елементів схеми. Мінімізація за допомогою таких карт є наглядною, але із збільшенням кількості елементів схеми карта стає надто громіздкою. Якщо кількість вхідних елементів більша трьох, застосовують спосіб мінімізації за допомогою *координатних таблиць*.

При мінімізації багатоактних схем не слід забувати про можливості, що надає програмна оболонка ZelioSoft 2. Так, наприклад, для реалізації RS-тригера не потрібно складати схему із логічних елементів, а можна використати входи установки (SQ, SM) та скидання (RQ, RM).

Для синтезу та аналізу багатоактних схем використовують *таблиці увімкнень* та *часові діаграми* взаємодії елементів. таблиця увімкнень елементів схеми – це таблиця до якої послідовно записують зміни станів усіх елементів. Увімкнений стан елемента позначають знаком «плюс» (+), вимкнений – знаком «мінус» (–). Зміну станів елементів схеми називають *тактом роботи* схеми. Неперервний ряд тактів, на протязі яких елемент схеми знаходиться в увімкненому стані, називають *періодом увімкнення* цього елемента, а у вимкненому стані – *періодом вимкнення*.

## **Лабораторна робота № 2: Програмна реалізація логічних функцій мовою сходових діаграм**

*Часові діаграми* – це графіки, на яких зазначені періоди увімкнення для кожного елемента схеми. Кількість рядків діаграми дорівнює кількості елементів (котушок і груп контактів). Для кожного елемента показується вісь часу, що паралельна вісі ординат. Вимкненому стану елемента відповідає пряма лінія на вісі часу, увімкненому – пряма горизонтальна лінія на деякій відстані вище вісі часу. Спрацьовування та вимкнення елемента зображають прямими похилими лініями. Термін часу, на протязі якого елемент знаходиться під напругою, заштриховується.

За діаграмою можна визначити, що відбувається у будь-який момент часу. На жаль, програмна оболонка ZelioSoft 2 не передбачає автоматичну побудову часових діаграм навіть у режимі моніторингу.

### **5. Запитання для самоконтролю**

1. Перелічіть основні та найбільш поширені похідні логічні операції. Наведіть їх релейні еквіваленти та аналітичний запис.
2. Сформулюйте основні закони алгебри логіки. Доведіть їх істинність аналізом роботи релейних еквівалентів.
3. Навіщо виконувати мінімізацію релейних схем? Чи завжди вона доречна при програмуванні модуля інтелектуального реле?
4. У чому полягає сутність мінімізації програми, що написана мовою сходових діаграм?
5. Які методи мінімізації сходових діаграм для одноктакових схем вам відомі?
6. Які допоміжні засоби використовують для синтезу та аналізу багатотактових релейних схем та сходових діаграм?
7. Що таке часова діаграма взаємодії елементів сходової діаграми? Як отримати часову діаграму роботи програми користувача у режимі моніторингу?
8. Як на часовій діаграмі позначається момент спрацьовування релейного елемента?
9. Скільки рядків матиме часова діаграма для релейної схеми, що складається з 5 реле, кожне з яких має по одному контакту?

### **6. Індивідуальні завдання**

Номер варіанту індивідуального завдання обирається за порядковим номером студента у академічному журналі групи.

### 6.1. Індивідуальні завдання звичайного рівня складності

Набрати у режимі «Free entry» програму користувача, що реалізує задану логічну функцію. Схема є однотактною, значення вихідних сигналів  $Y$  та  $\bar{Y}$  однозначно визначається вхідною двійковою комбінацією  $X1...X8$ .

| №  | Логічна функція<br>$X1...X8$                                                                         | Вихід<br>$Y$ | Вихід<br>$\bar{Y}$ |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|
| 1  | $Y = (\bar{I1} \oplus I2 \vee I3) \wedge I4 \oplus I5 \wedge \bar{I6} \vee I7 \wedge \bar{I8}$       | Q1           | Q2                 |
| 2  | $Y = (I1 \wedge \bar{I2} \oplus I3 \vee I4) \vee I5 \wedge \bar{I6} \oplus \bar{I7} \wedge \bar{I8}$ | Q2           | Q4                 |
| 3  | $Y = (I1 \wedge I2 \wedge \bar{I3} \oplus I4 \wedge I5) \vee \bar{I6} \vee I7 \oplus \bar{I8}$       | Q3           | Q6                 |
| 4  | $Y = (I1 \oplus I2 \vee I3 \oplus \bar{I4} \wedge I5 \vee I6) \vee I7 \wedge \bar{I8}$               | Q4           | Q8                 |
| 5  | $Y = I1 \vee (I2 \oplus I3 \vee I4) \oplus \bar{I5} \wedge I6 \wedge \bar{I7} \wedge \bar{I8}$       | Q5           | Q1                 |
| 6  | $Y = I1 \wedge (\bar{I2} \vee I3 \oplus I4 \vee I5) \oplus \bar{I6} \vee I7 \wedge I8$               | Q6           | Q2                 |
| 7  | $Y = I1 \wedge (\bar{I2} \wedge \bar{I3} \vee I4 \oplus I5 \wedge I6) \oplus \bar{I7} \wedge I8$     | Q7           | Q3                 |
| 8  | $Y = I1 \wedge (I2 \wedge \bar{I3} \wedge I4 \wedge I5 \oplus I6 \vee I7) \oplus \bar{I8}$           | Q8           | Q4                 |
| 9  | $Y = I1 \oplus I2 \vee (I3 \wedge \bar{I4} \wedge I5) \oplus I6 \vee \bar{I7} \wedge I8$             | Q1           | Q8                 |
| 10 | $Y = I1 \vee I2 \oplus (I3 \vee \bar{I4} \vee I5 \wedge \bar{I6}) \oplus I7 \wedge I8$               | Q1           | Q7                 |
| 11 | $Y = \bar{I1} \oplus I2 \vee I3 \wedge I4 \oplus \bar{I5} \wedge (I6 \vee I7 \wedge I8)$             | Q2           | Q6                 |
| 12 | $Y = \bar{I1} \wedge \bar{I2} \oplus \bar{I3} \vee \bar{I4} \vee (I5 \wedge I6 \oplus I7 \wedge I8)$ | Q2           | Q5                 |
| 13 | $Y = I1 \wedge I2 \wedge \bar{I3} \oplus (\bar{I4} \wedge I5 \vee I6 \vee I7 \oplus I8)$             | Q3           | Q4                 |
| 14 | $Y = I1 \oplus \bar{I2} \vee (I3 \oplus \bar{I4} \wedge \bar{I5} \vee I6 \vee I7 \wedge I8)$         | Q3           | Q1                 |
| 15 | $Y = \bar{I1} \vee (I2 \oplus I3 \vee I4 \oplus I5 \wedge \bar{I6} \wedge I7 \wedge I8)$             | Q4           | Q2                 |
| 16 | $Y = I1 \wedge \bar{I2} \vee \bar{I3} \oplus I4 \vee (I5 \oplus I6 \vee I7) \wedge I8$               | Q4           | Q3                 |
| 17 | $Y = I1 \wedge I2 \wedge \bar{I3} \vee (\bar{I4} \oplus I5 \wedge I6 \oplus I7) \wedge I8$           | Q5           | Q4                 |
| 18 | $Y = I1 \wedge I2 \wedge (I3 \wedge \bar{I4} \wedge I5 \oplus \bar{I6} \vee \bar{I7}) \oplus I8$     | Q5           | Q8                 |
| 19 | $Y = I1 \oplus (I2 \vee I3 \wedge \bar{I4} \wedge \bar{I5} \oplus I6 \vee I7) \wedge I8$             | Q6           | Q4                 |
| 20 | $Y = \bar{I1} \vee \bar{I2} \oplus (I3 \vee I4 \vee I5) \wedge \bar{I6} \oplus I7 \wedge I8$         | Q6           | Q1                 |

**6.2. Індивідуальні завдання підвищеного рівня складності**

Комбінації сигналів  $X1...X3$  та  $X4...X6$  складають два двійкових трирозрядних слова. Скласти програму порівняння цих слів на мові сходових діаграм. У випадку їх збігу ( $X1X2X3 = X4X5X6$ ) на виходи  $Y1...Y3$  видається код, що надходить ( $X1X2X3$ ), за умови, що натиснута кнопка  $Zx$ . Якщо слова не співпадають або не натиснута кнопка  $Zx$ , то усі дискретні виходи мають бути скинуті в нульовий стан.

Якщо двійкові слова, що надходять, не співпадають, але кнопка  $Zx$  натиснута, на виходи  $Y1...Y3$  виводиться інверсія слова, яке подається на входи  $X4...X6$ .

| №  | Кнопки введення першого<br>двійкового слова<br>$X1...X3$ | Кнопки введення другого<br>двійкового слова<br>$X4...X6$ | Кнопка дозволу<br>виводу коду<br>$Zx$ |
|----|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1  | I1...I3                                                  | I5...I7                                                  | $Zx1$                                 |
| 2  | I2...I4                                                  | I5...I7                                                  | $Zx2$                                 |
| 3  | I3...I1                                                  | I6...I8                                                  | $Zx3$                                 |
| 4  | I1, I3, I4                                               | I6...I8                                                  | $Zx4$                                 |
| 5  | I1...I3                                                  | I5, I6, I8                                               | $Zx1$                                 |
| 6  | I1, I3, I4                                               | I5...I7                                                  | $Zx2$                                 |
| 7  | I1...I3                                                  | I8...I6                                                  | $Zx3$                                 |
| 8  | I2...I4                                                  | I5, I6, I8                                               | $Zx4$                                 |
| 9  | I1, I2, I4                                               | I5, I6, I8                                               | $Zx1$                                 |
| 10 | I1, I3, I4                                               | I5, I7, I8                                               | $Zx2$                                 |
| 11 | I1, I2, I4                                               | I5...I7                                                  | $Zx3$                                 |
| 12 | I1, I3, I4                                               | I5...I7                                                  | $Zx4$                                 |
| 13 | I1...I3                                                  | I7...I5                                                  | $Zx1$                                 |
| 14 | I2...I4                                                  | I7...I5                                                  | $Zx2$                                 |
| 15 | I1...I3                                                  | I8...I6                                                  | $Zx3$                                 |

## Лабораторна робота № 3

### Внутрішні функціональні пристрої модулів Zelio: призначення, режими, методи програмування

#### **1. Мета роботи**

Ознайомлення з функціональними пристроями (блоками) модулів інтелектуального реле Zelio. Вивчення режимів роботи та практичне засвоєння способів програмування функцій внутрішніх пристроїв, отримання практичних навичок програмування.

#### **2. Програма роботи**

Виконання лабораторної роботи передбачає попередню самостійну підготовку та роботу у обчислювальному класі чи лабораторії навчального закладу. Робота полягає у виконанні наступних пунктів:

1. Ознайомитися з теоретичними матеріалами, що наведені у методичних вказівках.
2. Апробувати основні функції і методи роботи з внутрішніми пристроями (блоками) модуля інтелектуального реле Zelio у програмній оболонці ZelioSoft 2 на комп'ютері обчислювального центру або навчальної лабораторії. Для цього використати файли прикладів програм.
3. Відповісти на запитання для самоконтролю.
4. Набрати програму користувача згідно з індивідуальним завданням. Промодельовати її роботу.
5. З дозволу викладача завантажити набрану програму до модуля інтелектуального реле та продемонструвати роботу програми.
6. Скласти та захистити підсумковий звіт.

#### **3. Вказівки щодо складання звіту**

Підсумковий звіт повинен містити:

1. Назву, мету та програму роботи.
2. Стислі теоретичні відомості щодо режимів роботи функціональних блоків, які будуть використані для виконання індивідуального завдання.
3. Схему та лістинг програми користувача згідно з індивідуальним завданням.

#### **4. Теоретичні відомості**

Модулі інтелектуальних реле Zelio можуть забезпечувати розв'язання широкого кола завдань з автоматизації різноманітних технічних об'єктів та технологічних процесів. Така універсальність забезпечується наявністю у складі модулів ефективних апаратних функціональних пристроїв. Усі пристрої можна гнучко програмувати: змінювати уставки, режими роботи, тощо.

Кількість вбудованих функціональних пристроїв для різних типів модулів відрізняється. Деякі модулі мають можливість підключення блоків розширення, що дає змогу спроектувати систему, спеціально орієнтовану на даний технічний об'єкт.

До основних вбудованих функціональних пристроїв (окрім дискретних та змішаних входів, дискретних виходів, елементів пам'яті та кнопок лицевої панелі) можна віднести:

-  – таймери (Timers);
-  – лічильники (Counters);
-  – швидкодіючий лічильник (Fast counter);
-  – компаратори кодів лічильників (Counter comparators);
-  – аналогові компаратори (Analog comparators);
-  – канали годинника реального часу (Clocks).

Також можна перелічити допоміжні функціональні блоки, які важко відокремлювати як апаратні пристрої. Ці блоки призначені для керування рідинно-кристалічним дисплеєм на лицевій панелі модуля інтелектуального реле та контролю режиму роботи «літо/зима»:

-  – вивід текстового блоку (Text blocks);
-  – керування підсвічуванням рідинно-кристалічного дисплею модуля (LCD backlighting);
-  – контакт індикації режиму роботи «літо/зима».

***Зауваження:** перелік дій, які необхідно виконати для вставки того чи іншого елемента до програми користувача описаний у методичних вказівках до лабораторної роботи № 1. Далі наводиться лише інформація щодо програмування та використання вбудованих функціональних пристроїв.*

#### **4.1. Робота з таймерами**

Таймери (Timers) призначені для формування часових інтервалів, часових затримок, генерування прямокутних імпульсів та періодичних сигналів меандру.

У складі модуля зазвичай є 16 таймерів (T1, T2, ..., TG), кожен з яких може працювати у 11 режимах.

| No |    |   |   | Comment |
|----|----|---|---|---------|
| 01 | T1 | T | R |         |
| 16 | TG | T | R |         |



Кожен таймер має три функціональних елемента:

- T1, T2, ..., TG – вихідний контакт (Contact);
- T – котушка активації або запуску (Command);
- R – котушка скиду (Reset).

Для настроювання таймера необхідно вставити його елемент на поле набору програми користувача та подвійним кліком по ньому лівої кнопки миші викликати вікно налагодження (рис. 3.1)

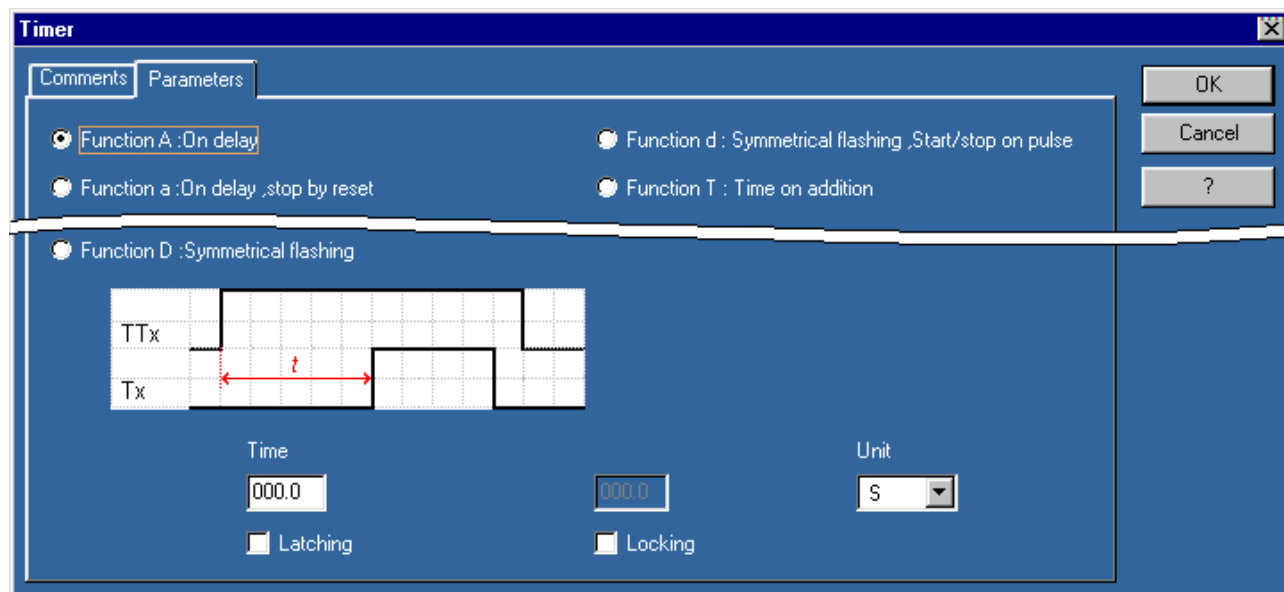


Рис. 3.1. Вікно настроювання режиму роботи та уставок таймера

Це вікно має дві вкладки: **Comments** – для введення текстового коментарю та **Parameters** – для вибору режиму роботи і введення уставок.

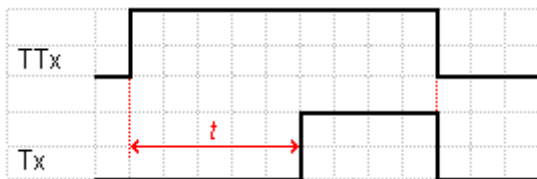
На вкладці **Parameters** вікна **Timers** доступні такі опції:

- Режим роботи:
  - Function A: On delay;
  - Function a: On delay, stop by reset;
  - Function C: Off delay;
  - Function B: On pulse one shot;
  - Function W: Timing after pulse;
  - Function D: Symmetrical flashing;
  - Function d: Symmetrical flashing, Start/stop on pulse;
  - Function T: Time on addition;
  - Function AC: Timing after closing and opening control;
  - Function L: Asymmetrical flashing;
  - Function I: Asymmetrical flashing, Start/stop on pulse;
- Time – величина затримки;
- Latching – фіксація та зберігання поточного коду таймера у випадку вимкнення напруги живлення;
- Locking – захист від зміни параметрів таймера з лицевої панелі модуля інтелектуального реле;

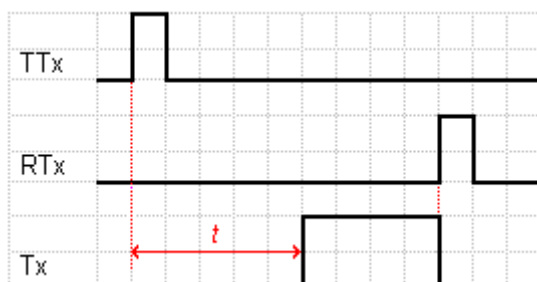
- Unit – одиниця виміру та формат подання часу у вікні Time:
  - S – секунда (до однієї соті долі): □□,□□ секунд;
  - S – секунда (до однієї десятої): □□□,□ секунд;
  - M:S – хвилини та секунди: □□:□□;
  - H:M – години та хвилини: □□:□□;
  - H – години: □□□□ годин.

Режими роботи таймерів досить наочно ілюструються наступними діаграмами:

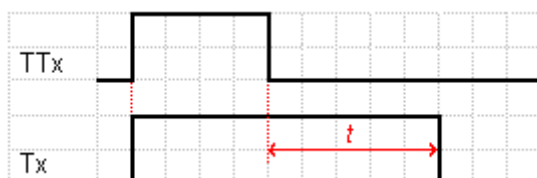
- Function A: On delay (увімкнення із затримкою):



- Function a: On delay, stop by reset (імпульсне увімкнення із затримкою, імпульсне вимикання за фронтом сигналу R):



- Function C: Off delay (вимикання із затримкою):



- Function B: On pulse one shot (один імпульс заданої тривалості):



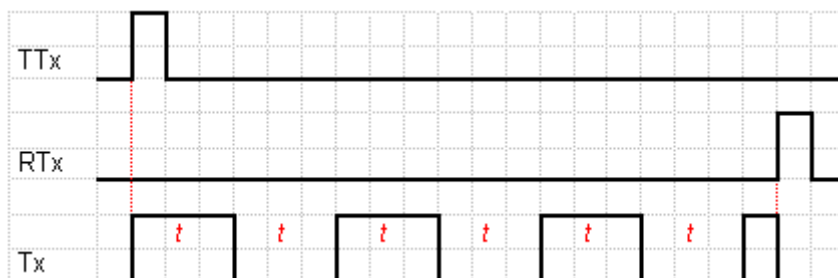
- Function W: Timing after pulse (імпульс заданої тривалості, активується за спадом сигналу T):



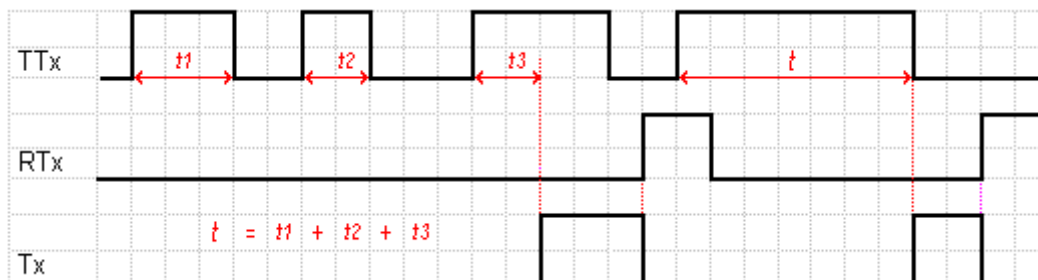
- Function D: Symmetrical flashing (мультивібратор, генератор симетричних імпульсів):



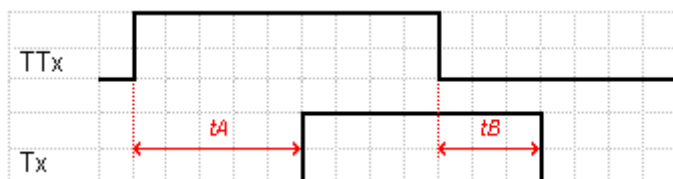
- Function d: Symmetrical flashing, Start/stop on pulse (мультивібратор з імпульсним запуском та зупинкою):



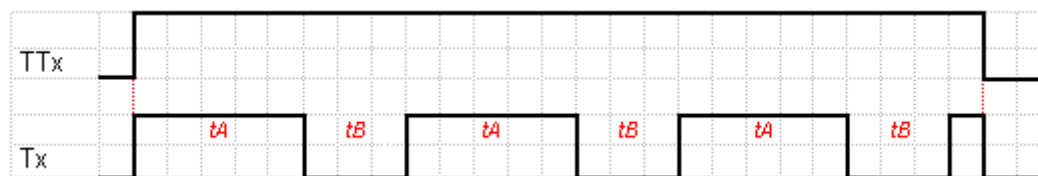
- Function T: Time on addition (увімкнення із затримкою; затримка дорівнює сумарній тривалості імпульсів на вході T):



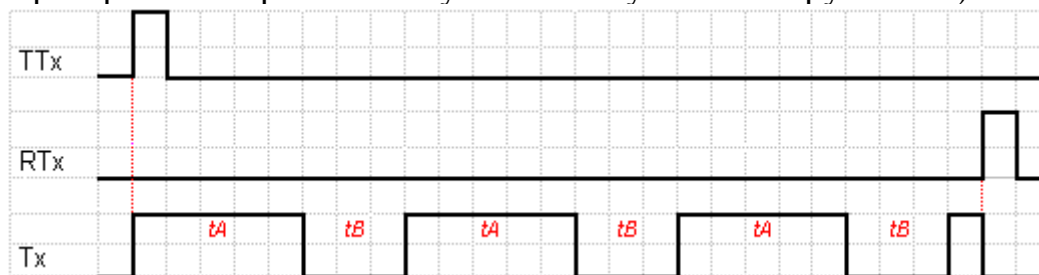
- Function AC: Timing after closing and opening control (увімкнення із затримкою tA, вимкнення – із затримкою tB):



- Function L: Asymmetrical flashing (мультивібратор, генератор несиметричних імпульсів)



Function I: Asymmetrical flashing, Start/stop on pulse (мультивібратор, генератор несиметричних імпульсів з імпульсним керуванням):



Для розгляду роботи таймера у різних режимах рекомендується скласти наступну досить просту програму користувача:

| No  | Contact 1 | Contact 2 | Contact 3 | Contact 4 | Contact 5 | Coil | Comment                                             |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-----------------------------------------------------|
| 001 | I1        |           |           |           |           | TT1  | Вхід "Command" таймера                              |
| 002 | I2        |           |           |           |           | RT1  | Вхід скиду "Reset" таймера                          |
| 003 | T1        |           |           |           |           | Q1   | Індикатор стану вихідного контакту (виходу) таймера |

В режимі моделювання за допомогою кнопок I1 та I2 слід керувати роботою таймера та спостерігати за зміною стану вихідного контакту (за станом котушки Q1).

## 4.2. Робота з лічильниками

Лічильники (Counters) призначені для підрахунку імпульсів, що надходять до дискретних входів, а також імпульсів від контактів допоміжних реле.

У складі модуля зазвичай є 16 лічильників (C1, C2, ..., CG), кожен з яких може працювати як на збільшення (інкремент) так і на зменшення (декремент) коду.

| No |    |   |   |   | Comment |
|----|----|---|---|---|---------|
| 01 | C1 | C | D | R |         |
| 16 | CG | C | D | R |         |

Кожен лічильник має чотири функціональних елемента:

- C1, C2, ..., CG – вихідний контакт (Contact);
- C – лічильний вхід (Upcounting);
- D – керуючий вхід, активація режиму декрементування коду (Counting direction);
- R – вхід ініціалізації (Initialization).

Для налаштування лічильника необхідно вставити його елемент на поле набору програми користувача та подвійним кліком по ньому лівої кнопки миші викликати вікно налагодження (рис. 3.2)

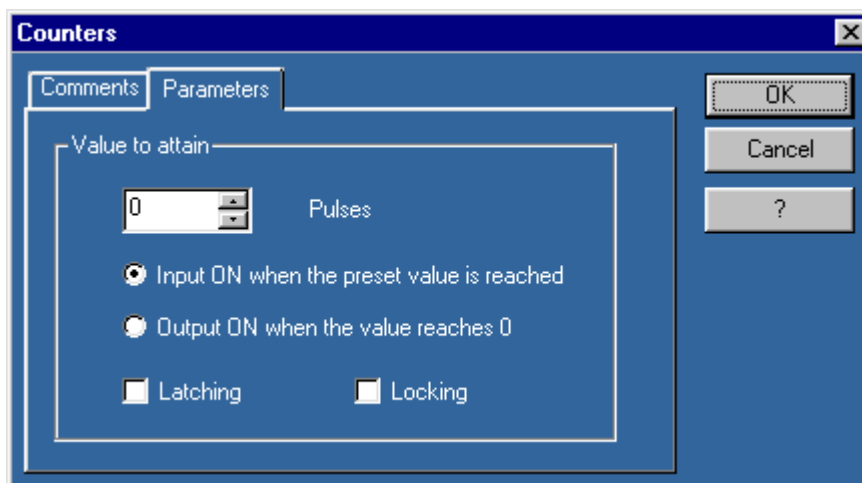


Рис. 3.2. Вікно налаштування лічильника

Це вікно (як і вікно налагодження таймера) має дві вкладки: **Comments** – для введення текстового коментарю та **Parameters** – для вибору режиму роботи і введення уставки.

На вкладці **Parameters** вікна **Counters** доступні такі опції:

- **Value to attain** – значення для спрацювання:
  - **Pulses** – кількість імпульсів;
- **Input ON when the preset value is reached** – вихідний контакт замикається якщо поточний вміст лічильника дорівнює або перевищує уставку;
- **Output ON when the value reaches 0** – вихідний контакт замикається, якщо поточний вміст лічильника дорівнює нулю;
- **Latching** – фіксація та зберігання поточного коду лічильника у випадку вимкнення напруги живлення;
- **Locking** – захист від зміни параметрів лічильника з лицевої панелі модуля.

Для розгляду роботи лічильника у різних режимах рекомендується скласти та промоделювати таку програму користувача:

| No  | Contact 1 | Contact 2 | Contact 3 | Contact 4 | Contact 5 | Coil | Comment                                                     |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-------------------------------------------------------------|
| 001 | I1        |           |           |           |           | CC1  | Лічильний вхід "Upcounting"                                 |
| 002 | I2        |           |           |           |           | DC1  | Керуючий вхід лічильника (активація режиму декрементування) |
| 003 | I3        |           |           |           |           | RC1  | Віхід ініціалізації лічильника "Initialization"             |
| 004 | C1        |           |           |           |           | Q1   | Індикація стану вихідного контакту лічильника               |

#### 4.3. Робота зі швидкодіючим лічильником

Швидкодіючий лічильник (Fast counter) призначений для підрахування імпульсів частотою до 1 кГц. Його лічильні входи підключені до клем I1 (інкрементуючий вхід) та I2 (декрементуючий).

Лічильник має такі функціональні елементи:

| No |    |   |   | Comment |
|----|----|---|---|---------|
| 01 | K1 | T | R |         |



- K1 – вихідний контакт (Contact);
- T – вхід дозволу рахування (Enable function);
- R – вхід ініціалізації (Initialization).

Рахування дозволяється подачею сигналу на вхід T. Ініціалізація виконується подачею сигналу на вхід R. Діапазон зміни поточного коду лічильника: -32767...+32767. У випадку переповнення (хоч у додатну, хоч у від'ємну сторону) встановлюється значення +32768. В іншому робота швидкодіючого лічильника у режимі «Single Cycle» збігається з роботою звичайного.

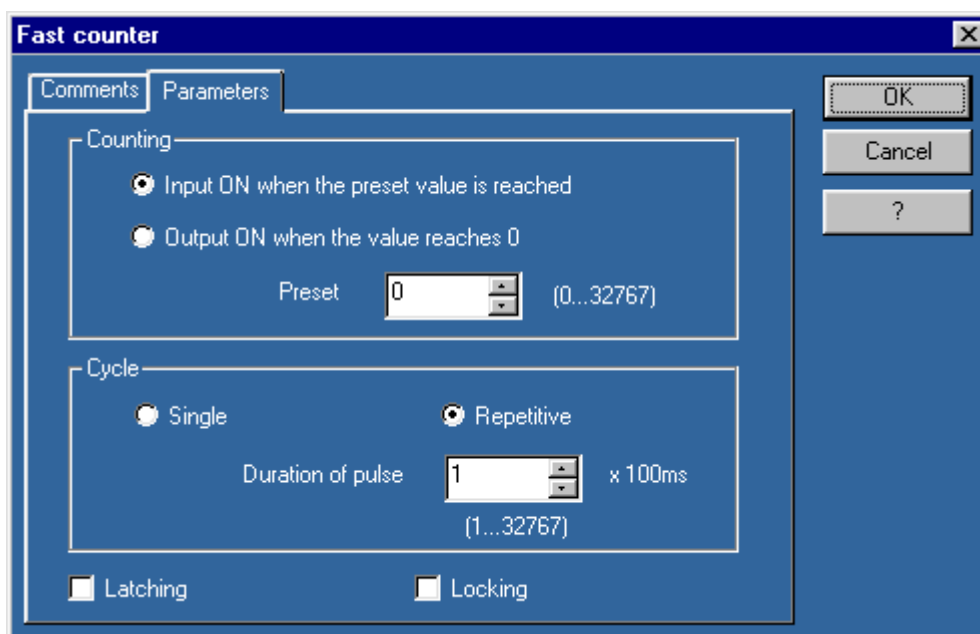


Рис. 3.3. Вікно налаштування швидкодіючого лічильника

#### 4.4. Робота з компараторами кодів лічильників

Компаратори кодів лічильників (Counter comparators) призначені для попарного порівняння поточних числових кодів двох лічильників з константами та між собою

У складі модуля зазвичай є 8 компараторів кодів лічильників (V1, V2, ..., V8), кожен з яких може працювати з будь-якими двома лічильниками.

| No | Comment |
|----|---------|
| 01 | V1      |
| 08 | V8      |

Кожен компаратор має лише один функціональний елемент – вихідний контакт (Contact).

Для настроювання компаратора необхідно вставити його елемент на поле набору програми користувача та подвійним кліком по ньому лівої кнопки миші викликати вікно налагодження (рис. 3.4).

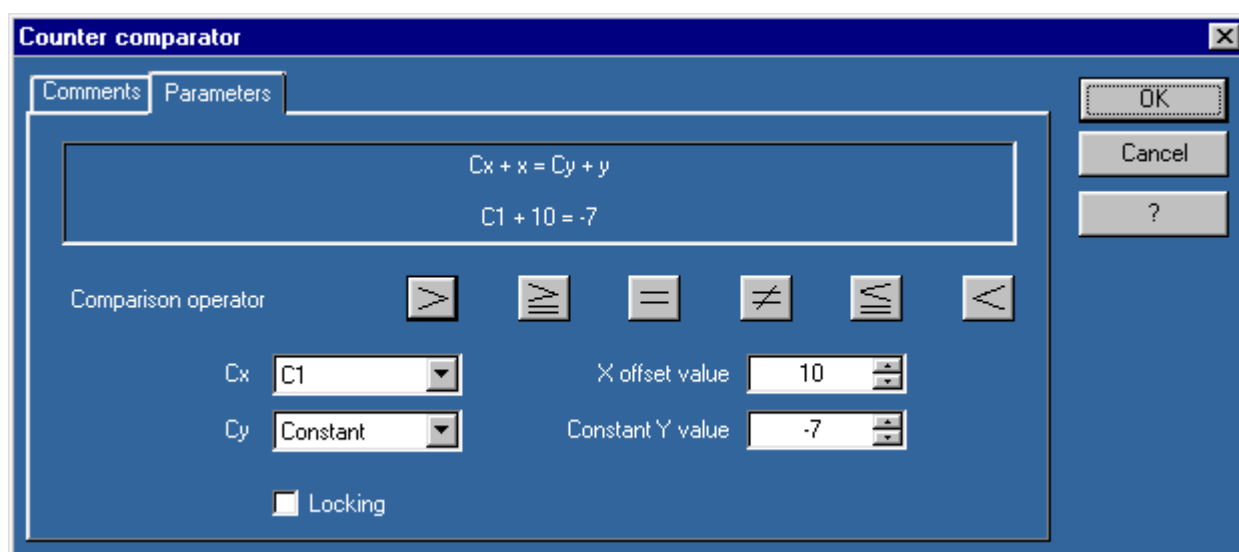


Рис. 3.4. Вікно настроювання компаратора кодів лічильників

На вкладці Parameters вікна Counter comparator доступні такі опції:

- Comparison operator – оператор виразу порівняння;
- Cx – номер першого лічильника або константа;
- Cy – номер другого лічильника або константа;
- X offset value (або Constant X value) – величина зміщення, що додається до коду першого лічильника або перша константа;
- Y offset value (або Constant Y value) – величина зміщення, що додається до коду другого лічильника або друга константа;
- Locking – захист від зміни параметрів компаратора кодів лічильників з лицевої панелі модуля.

У загальному випадку компаратор кодів лічильників перевіряє вираз (рівняння або нерівність) виду  $Cx + X = Cy + Y$  і активує свій вихідний контакт, якщо вираз істинний. Якщо вираз хибний, то вихідний контакт приймає нормальний стан (можна використовувати як нормально замкнуті, так і нормально розімкнуті вихідні контакти компараторів).

#### 4.5. Робота з аналоговими компараторами

Компаратори аналогових напруг (Analog comparators) використовують для попарного порівняння поточних значень напруг, що надходять на змішані входи, з заданими рівнями (опорними значеннями) та між собою.

У складі модуля зазвичай є 16 компараторів напруг (A1, A2, ..., AG), кожен з яких може працювати з будь-якими двома змішаними входами.

| No  |     | Comment |
|-----|-----|---------|
| 01  | A1  |         |
| ... | ... | ...     |
| 16  | AG  |         |

Кожен аналоговий компаратор має лише один функціональний елемент – вихідний контакт (Contact). Контакт може бути як нормально замкнутий, так і нормально розімкнутий.

Для налаштування аналогового компаратора необхідно викликати відповідне вікно (рис. 3.5).

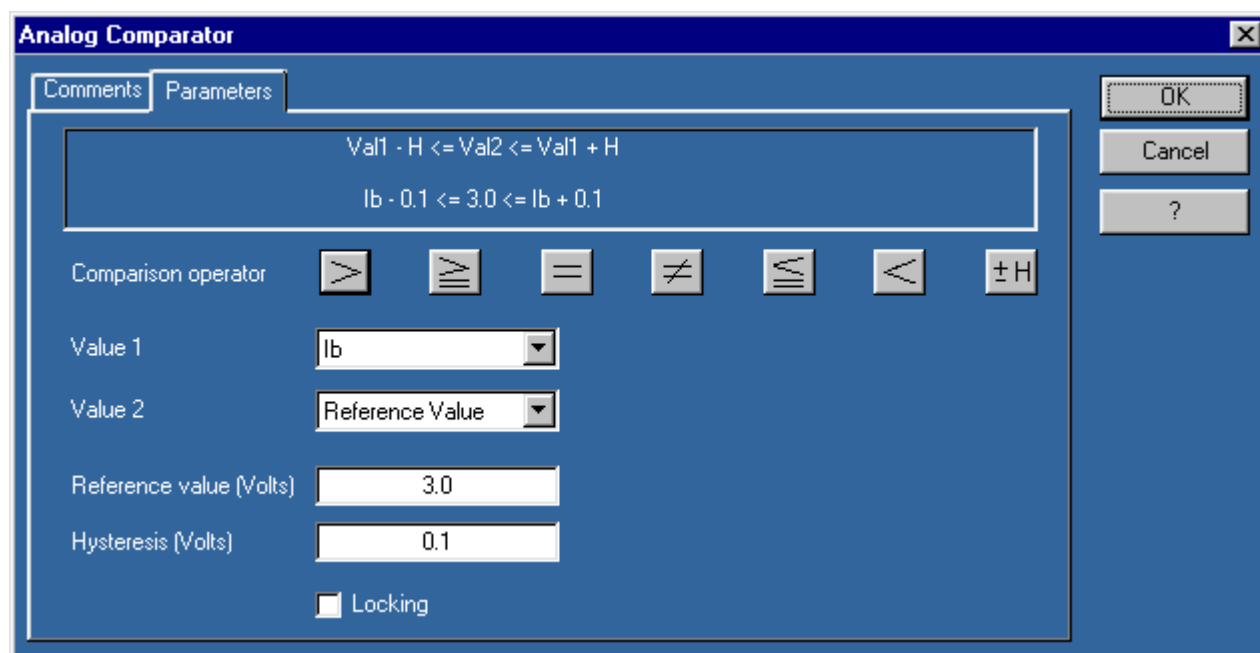


Рис. 3.5. Вікно налаштування компаратора аналогових напруг

На вкладці Parameters вікна Analog comparator доступні такі опції:

- Comparison operator – оператор виразу порівняння;
- Value 1 – номер першого змішаного входу або опорна напруга;
- Value 2 – номер другого змішаного входу або опорна напруга;
- Reference value (Volts) – рівень опорної напруги;
- Hysteresis (Volts) – половина ширини петлі гістерезису.

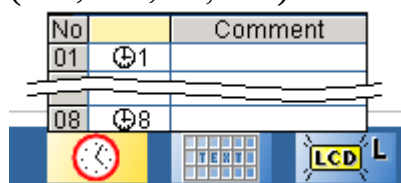
У найбільш простому випадку аналоговий компаратор перевіряє вираз (рівняння або нерівність) виду  $Val1 = Val2$  і активує свій вихідний контакт,

якщо вираз істинний (у формулі Val1 та Val2 – поточні напруги, що надходять на змішані входи або опорна напруга). У деяких випадках, наприклад для збільшення заводо захищеності, можна виконувати порівняння напруг з урахуванням гістерезису. При цьому вираз матиме вигляд нерівності:  $Val1 - H \leq Val2 \leq Val1 + H$ , де H – половина ширини петлі. Перемикання між режимами (формулами) здійснюється за допомогою кнопки  $\pm H$ .

#### 4.6. Робота з годинниками

Годинники реального часу (Clocks) дозволяють довільно з точністю до однієї хвилини (у відповідності з системним часом) замикати вихідні контакти на протязі чотирьох інтервалів часу у будь-який день тижня.

У складі модуля зазвичай є 8 чотиріканальних годинників реального часу ( $\odot 1, \odot 2, \dots, \odot 8$ ).



Кожен канал будь-якого годинника окремо програмується на формування одного інтервалу. Кожен годинник має лише один вихідний контакт (Contact). Вигляд вікна для налагодження годинників наведений на рис. 3.6.

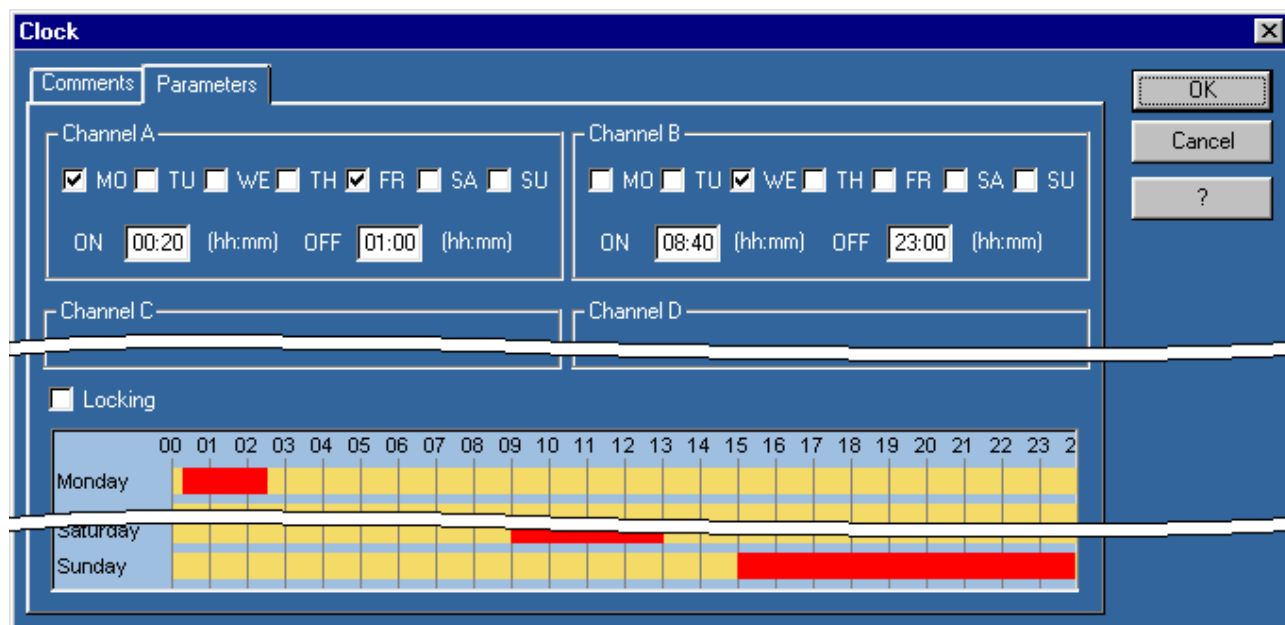


Рис. 3.6. Вікно налаштування каналів годинника реального часу

Для налаштування годинника необхідно для кожного з чотирьох каналів (Channel A, Channel B, Channel C та Channel D) встановити прапорці для днів тижня, коли необхідно вмикати вихідний контакт та задати час увімкнення (ON) і вимкнення (OFF) контакту, див. рис. 3.6.

#### 4.7. Робота з текстовими блоками і блоком підсвічування дисплею

Функціональні елементи текстових блоків (Text blocks) дозволяють виводити на рідинно-кристалічний дисплей модуля короткі текстові повідомлення.

У складі модуля зазвичай є 16 текстових блоків (TX1, TX2, ..., TXG).

| No |     |     | Comment |
|----|-----|-----|---------|
| 01 | TX1 | RX1 |         |
| 16 | TXG | RXG |         |



Текстові блоки мають тільки два функціональних елемента (катушки):

- TX – вхід дозволу виведення тексту на дисплей (Enable function);
- RX – вхід очищення дисплею від виведеного тексту (Reset) і виводу звичайної службової інформації.

Вигляд вікна для формування текстових блоків на рис. 3.7.

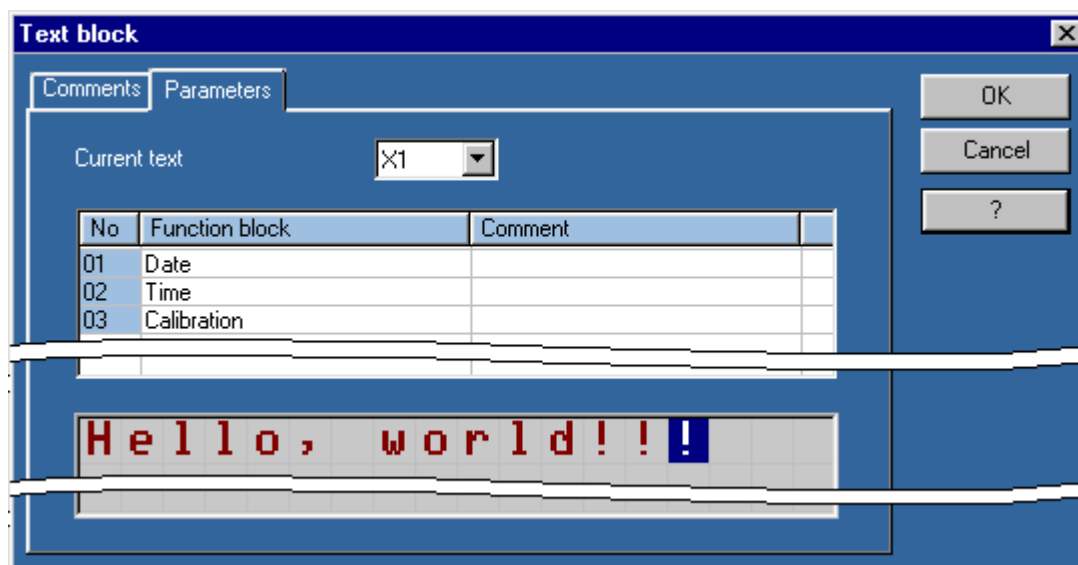


Рис. 3.7. Вікно для редагування текстових блоків

У цьому вікні на вкладці «Parameters» доступні такі опції:

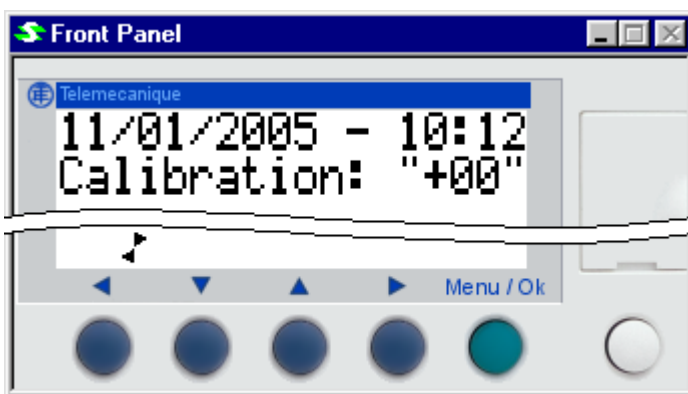
- Current text – вибір текстового блоку для поточного редагування;
- Function block – поле з переліком блоків для вставки до тексту:
  - Date – календарної дати;
  - Time – поточного часу;
  - Calibration – калібровочної константи системного годинника;
- Поле для введення тексту користувача;

- **Authorized modification** – дозволити змінювати дату, час або калібровочну константу (опція висвітлюється, якщо до тексту вставлений відповідний елемент).

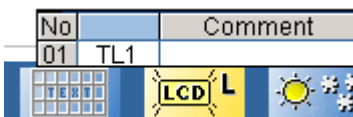
Вставка дати, часу або калібровочної константи виконується подвійним кліком лівої кнопки миші на відповідному елементі у полі **Function block**. Елемент вставляється з позиції, яка визначена курсором (синім блимаючим прямокутником). Якщо для елемента встановити прапорець «**Authorized modification**», він стає доступним для зміни з лицевої панелі модуля інтелектуального реле, а у вікні редагування тексту даний елемент відображається зеленим кольором (на рисунку опція встановлена для календарної дати):



Під час роботи модуля позиції DD.MM.YYYY, HH:MM та CCC замінюються поточними значеннями. У цьому можна упевнитися, якщо вивести вікно «**Front Panel**» в режимі моделювання:



Для керування підсвічуванням дисплею лицевої панелі модуля інтелектуального реле використовується блок **LCD backlighting**, який має тільки один елемент – котушку (вхід) **Enable function**. Подача сигналу на цей вхід вмикає підсвічування дисплею.



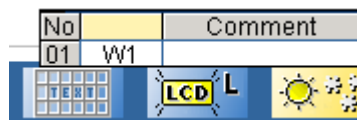
### Лабораторна робота № 3: Внутрішні функціональні пристрої модулів Zelio: призначення, ...

Для засвоєння методів роботи з текстовими блоками пропонується така програма користувача (використано два текстових блоки):

| No  | Contact 1 | Contact 2 | Contact 3 | Contact 4 | Contact 5 | Coil | Comment                        |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|--------------------------------|
| 001 | I1        |           |           |           |           | TX1  | Вивід першого текстового блоку |
| 002 | I2        |           |           |           |           | RX1  | Заборона виводу першого блоку  |
| 003 | I3        |           |           |           |           | TX2  | Вивід другого текстового блоку |
| 004 | I4        |           |           |           |           | TL1  | Підсвічування дисплею          |

#### 4.8. Робота з показником режиму роботи «Літо/зима»

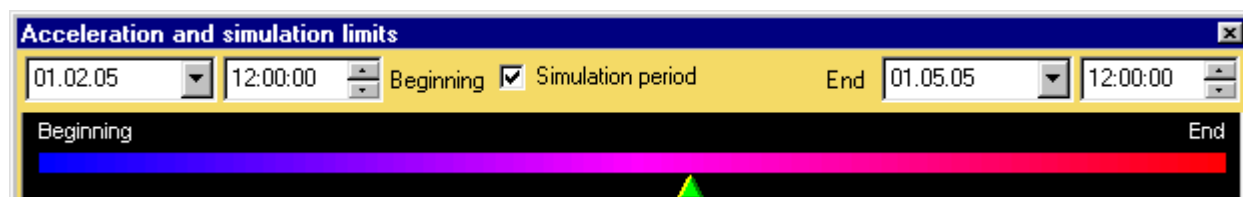
Показник режиму роботи «Літо/зима» (Summer winter) призначений для введення в програму користувача сигналу, що дає інформацію про поточний режим роботи системного годинника. Показник має лише один контакт W1, який активується у випадку, якщо системний годинник веде відлік за літнім часом (Summertime), і приймає нормальний стан, коли модуль працює за зимнім часом (Wintertime).



Для перевірки роботи показника режиму «Літо/зима» пропонується ввести наведену далі програму користувача.

| No  | Contact 1 | Contact 2 | Contact 3 | Contact 4 | Contact 5 | Coil | Comment                      |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------------------------------|
| 001 | W1        |           |           |           |           | Q1   | Індикатор режиму "Літо/зима" |

У режимі «Simulation» моделювання роботи програми користувача слід задати часовий інтервал моделювання, початок якого припадає на календарну дату, в якій діє зимній час, а кінець – на дату із літнім відліком часу.



Далі необхідно запустити програму користувача на виконання і, змінюючи положення трикутного повзунка поточного часу моделювання , спостерігати за станом контакту W1.

### **5. Запитання для самоконтролю**

1. Перелічіть декілька режимів роботи таймерів, проілюструйте їх роботу графіками.
2. Яке призначення опцій Latching та Locking таймера?
3. Які одиниці вимірювання часу та формати подання використовуються для налаштування таймерів?
4. Як непередбачуване вимкнення напруги живлення модуля інтелектуального реле вплине на роботу таймерів? Від чого цей вплив залежить?
5. У яких режимах роботи можна використовувати таймери модуля? В яких режимах таймери спрацьовують за рівнем керуючих сигналів, а в яких – за фронтом?
6. Яке призначення входів C, D та R лічильників?
7. Від чого залежить стан вихідного контакту лічильника?
8. Яке призначення швидкодіючого лічильника?
9. Яка максимальна частота сигналів, що можна подавати на лічильні входи швидкодіючого лічильника?
10. До яких дискретних входів підключений швидкодіючий лічильник?
11. Чи можна назвати швидкодіючий лічильник реверсивним?
12. Які функціональні елементи (контакти, котушки та ін.) мають компаратори кодів лічильників?
13. Чи можна за допомогою компараторів кодів лічильників порівняти поточні коди трьох лічильників? Як це зробити?
14. Як змінюється робота аналогового компаратора при натисканні кнопки « $\pm H$ » у вікні його налаштування?
15. Скільки каналів і контактів має кожен годинник реального часу?
16. На скільки часових інтервалів можна настроїти один канал годинника реального часу? З якою точністю можна задати початок та кінець часового інтервалу?
17. Як ви вважаєте, чому канали годинника реального часу не мають опції «Latching» як у таймерів?
18. Якщо на дисплей модуля інтелектуального реле на лицевій панелі спочатку вивести текстовий блок 1, потім – вивести і скинути текстовий блок 2, то що можна врешті побачити на дисплеї?
19. Як можна примусово висвітлити на рідинно-кристалічному дисплеї модуля інтелектуального реле календарну дату, поточний час та калібровочну константу?
20. Яким чином реалізується керування підсвічуванням дисплею модуля інтелектуального реле? Чи можна керувати запаленням підсвічування з кнопок лицевій панелі і як це зробити?
21. Як ввести у програму користувача сигнал індикації режиму «Літо/зима». Як ви вважаєте, у яких випадках необхідно його застосовувати?

## 6. Індивідуальні завдання

Номер варіанту індивідуального завдання обирається за порядковим номером студента у академічному журналі групи.

### 6.1. Індивідуальні завдання звичайного рівня складності

Скласти програму мовою сходових діаграм, яка підраховує кількість імпульсів  $C1$ ,  $C2$  на входах  $X1$ ,  $X2$  і у випадку істинності нижче наведеної аналітичної умови генерує на виходах  $Y1$  та  $Y2$  сигнали заданої форми (рис. 3.8).

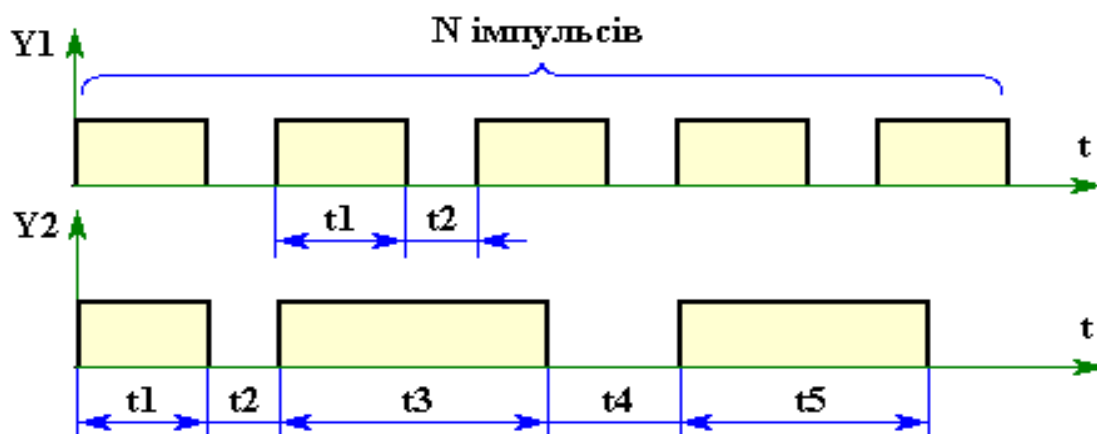


Рис. 3.8. Схема до індивідуальних завдань звичайного рівня складності

| №  | Умова спрацьовування   | X1 | X2 | Y1 | Y2 | N | t1  | t2  | t3  | t4  | t5  |
|----|------------------------|----|----|----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | $C1 > 7; C2 > C1 + 3$  | I1 | I8 | Q1 | Q8 | 3 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| 2  | $C1 < 10; C2 < C1 - 2$ | I2 | I7 | Q3 | Q6 | 4 | 2.0 | 0.5 | 2.5 | 1.5 | 3.0 |
| 3  | $C1 = 9; C2 - 3 > C1$  | I3 | I6 | Q5 | Q4 | 5 | 3.0 | 1.0 | 3.0 | 1.5 | 3.0 |
| 4  | $C1 > 6; C2 + 2 > C1$  | I4 | I5 | Q7 | Q2 | 6 | 4.0 | 1.5 | 3.5 | 2.0 | 3.0 |
| 5  | $C1 < 9; C2 > C1 + 5$  | I5 | I4 | Q2 | Q7 | 7 | 5.0 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 2.0 |
| 6  | $C1 = 8; C2 < C1 - 1$  | I6 | I3 | Q4 | Q5 | 8 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 2.0 |
| 7  | $C1 > 5; C2 = C1 + 2$  | I7 | I2 | Q6 | Q3 | 9 | 2.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 2.0 |
| 8  | $C1 < 11; C2 - 3 = C1$ | I8 | I1 | Q8 | Q1 | 8 | 3.0 | 0.5 | 2.5 | 3.0 | 2.0 |
| 9  | $C1 = 10; C2 + 4 > C1$ | I1 | I2 | Q1 | Q2 | 7 | 4.0 | 1.0 | 3.0 | 3.5 | 1.0 |
| 10 | $C1 > C2 + 3; C2 > 7$  | I2 | I3 | Q3 | Q1 | 6 | 5.0 | 1.5 | 3.5 | 1.5 | 1.0 |
| 11 | $C1 > C2 + 2; C2 < 10$ | I3 | I4 | Q5 | Q3 | 5 | 1.0 | 0.5 | 3.0 | 1.5 | 1.0 |
| 12 | $C1 - 3 > C2; C2 = 9$  | I4 | I5 | Q7 | Q3 | 4 | 2.0 | 1.0 | 2.5 | 2.0 | 1.0 |
| 13 | $C1 + 2 > C2; C2 > 6$  | I5 | I6 | Q2 | Q4 | 3 | 3.0 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 3.5 |
| 14 | $C1 > C2 + 5; C2 < 9$  | I6 | I7 | Q4 | Q5 | 4 | 4.0 | 0.5 | 1.5 | 2.5 | 3.5 |

| №  | Умова спрацьовування   | X1 | X2 | Y1 | Y2 | N | t1  | t2  | t3  | t4  | t5  |
|----|------------------------|----|----|----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| 15 | $C1 < C2 - 1; C2 = 8$  | I7 | I8 | Q6 | Q5 | 5 | 5.0 | 1.0 | 1.0 | 2.5 | 3.5 |
| 16 | $C1 = C2 + 2; C2 > 5$  | I8 | I7 | Q8 | Q6 | 6 | 1.0 | 1.5 | 0.5 | 3.0 | 3.5 |
| 17 | $C1 - 3 = C2; C2 < 11$ | I1 | I6 | Q1 | Q6 | 7 | 2.0 | 0.5 | 1.0 | 3.5 | 2.5 |
| 18 | $C1 + 4 > C2; C2 = 10$ | I2 | I5 | Q3 | Q7 | 8 | 3.0 | 1.0 | 1.5 | 3.0 | 2.5 |
| 19 | $C1 > 8; C2 - 3 > C1$  | I3 | I4 | Q5 | Q7 | 9 | 4.0 | 1.5 | 2.0 | 3.0 | 2.5 |
| 20 | $C1 < 9; C2 - 5 = C1$  | I4 | I3 | Q7 | Q8 | 8 | 5.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 |

## **6.2. Індивідуальні завдання підвищеного рівня складності**

Завдання підвищеного рівня складності передбачає зміну (модифікацію і доповнення) програми, що складена відповідно до завдання звичайного рівня. Модифікація повинна враховувати такі вимоги:

- Для парних номерів варіантів у зимовий період часу (Wintertime) замість послідовності Y1 видається інвертована послідовність імпульсів Y2;
- Для непарних номерів варіантів у літній період часу (Summertime) кількість імпульсів N збільшується у 2 рази, а їх період зменшується у 2 рази.

## **Лабораторна робота №4**

### **Програмування, конфігурування і керування функціями модуля інтелектуального реле Zelio за допомогою кнопок лицевої панелі**

#### **1. Мета роботи**

Ознайомлення з методами програмування функцій і конфігурування модуля інтелектуального реле Zelio з лицевої (фронтальної) панелі. Отримання практичних навичок роботи з клавіатурою модуля.

#### **2. Програма роботи**

Виконання лабораторної роботи передбачає попередню самостійну підготовку та роботу в обчислювальному класі чи лабораторії навчального закладу. Робота полягає у виконанні наступних пунктів:

1. Ознайомитися з теоретичними матеріалами, що наведені у методичних вказівках.
2. Апробувати методи роботи з модулем Zelio за допомогою кнопок лицевої панелі (в режимі моделювання у програмній оболонці ZelioSoft 2 на комп'ютері обчислювального центру або навчальної лабораторії).
3. Відповісти на запитання для самоконтролю.
4. Набрати програму користувача згідно з індивідуальним завданням у симуляторі за допомогою віртуальних кнопок лицевої панелі у режимі «Zelio entry». Промодельовати роботу програми.
5. З дозволу викладача набрати програму індивідуального завдання за допомогою кнопок лицевої панелі модуля інтелектуального реле. Продемонструвати роботу програми.
6. Скласти та захистити підсумковий звіт.

#### **3. Вказівки щодо складання звіту**

Підсумковий звіт повинен містити:

1. Назву, мету та програму роботи.
2. Короткий опис меню команд модуля інтелектуального реле.
3. Схему та лістинг програми користувача згідно з індивідуальним завданням.

***Зауваження:** При виконанні лабораторної роботи забороняється без дозволу викладача програмувати модуль з лицевої панелі, вмикати або вимикати напругу живлення модуля, торкатися рідинно-кристалічного дисплею і таке інше. Для засвоєння методів роботи з модулем слід використовувати віртуальну клавіатуру в режимах «Zelio entry» та «Simulation» програмної оболонки ZelioSoft .*

#### **4. Теоретичні відомості**

У випадку, якщо модуль інтелектуального реле оснащений кнопками клавіатури та рідинно-кристалічним дисплеєм (рис. 4.1), можна повністю керувати його роботою без використання персонального комп'ютера.

Користувачеві надаються такі можливості:

- Програмування мовою сходових діаграм;
- Конфігурування та налаштування модуля;
- Контроль роботи програми користувача.

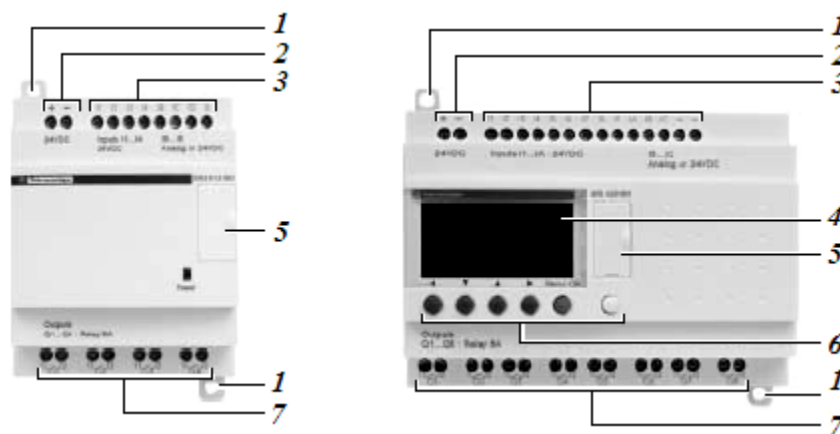


Рис. 4.1. Зовнішній вигляд модулів інтелектуальних реле

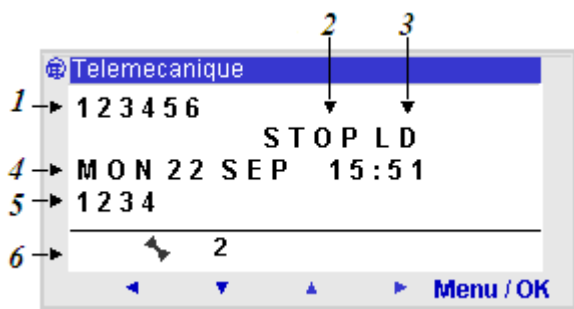
На рис. 4.1 позначені:

- 1) Вушка для кріплення модуля;
- 2) Клеми для подачі напруги живлення модуля;
- 3) Клеми для підключення вхідних сигналів;
- 4) Рідинно-кристалічний дисплей (LCD);
- 5) Місце підключення картриджа зовнішньої пам'яті або комп'ютера;
- 6) Кнопки для програмування і введення параметрів;
- 7) Клеми вихідних сигналів.

***Зауваження:** вигляд головного вікна програмної оболонки ZelioSoft 2 у режимі «Free entry» та призначення кнопок керування були наведені у методичних вказівках до лабораторної роботи № 1.*

##### **4.1. Режими індикації та елементи дисплея**

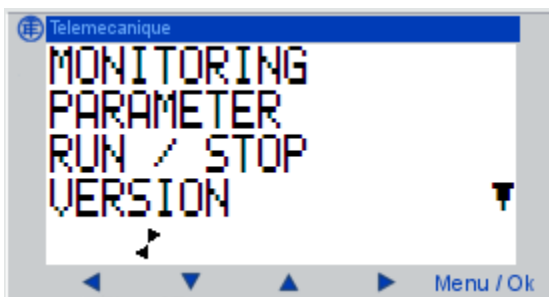
Рідинно-кристалічний дисплей модуля інтелектуального реле може працювати у різних режимах індикації. Якщо програма користувача запущена на виконання, дисплей працює у режимі INPUTS-OUTPUTS Screen:



У цьому режимі виконується індикація:

- 1) стану входів 1...9, A...P;
- 2) стану програми користувача (RUN/STOP);
- 3) мови програмування (LD/FBD);
- 4) календарної дати та часу;
- 5) стану виходів (1...9, A...G);
- 6) стану кнопок Zx (1...4) та стану виконання програми користувача (індикатор  обертається у режимі «RUN»).

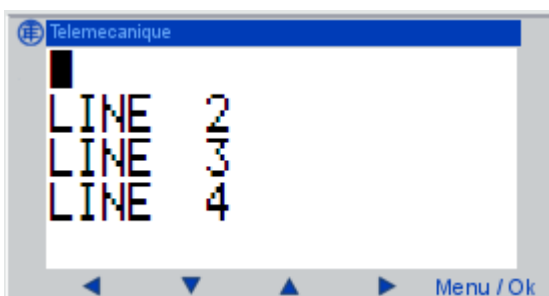
Якщо натиснути кнопку Menu/OK, на дисплеї висвітлюється меню команд:



Вибрана команда меню (позначена курсором) мерехтить на дисплеї. Для введення команди меню слід натиснути кнопку Menu/OK, для виходу із меню – кнопку LEFT button.

***Зауваження:** команди меню модуля інтелектуального реле практично дублюють меню програмної оболонки ZelioSoft 2. Тому їх детальний опис не наводиться (за довідками щодо команд меню слід звертатися до методичних вказівок до лабораторної роботи № 1).*

Якщо перейти у режим програмування, вигляд дисплею буде таким:



#### Лабораторна робота № 4: Керування модулем Zelio за допомогою кнопок лицевой панелі

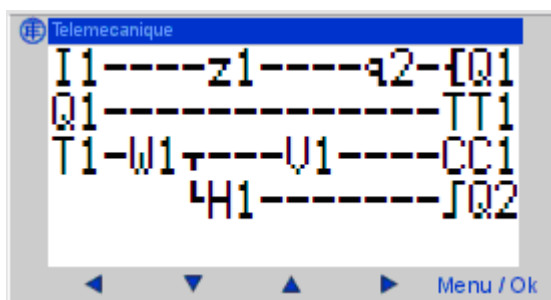
Введення програми виконується кнопками керування курсором LEFT button, DOWN button, UP button, RIGHT Button на лицевій панелі модуля.

На дисплей одночасно виводиться максимум 4 лінії програми користувача. Нормально розімкнуті контакти позначаються великими літерами (наприклад, I1, Z1, M1, Q1), нормально замкнуті – маленькими (i1, z1, m1, q1).

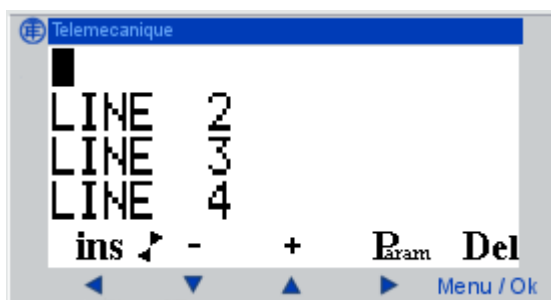
Лінії електричного зв'язку (передачі сигналу) позначаються:

-  – горизонтальна;
-  або  – вертикальна;
-  – відгалуження лінії (вузол);
-  – місце для розміщення (вставки) вузла..

Набрана програма користувача на дисплеї модуля інтелектуального реле може виглядати наступним чином:



Вставка елементів до програми користувача виконується у режимі програмування за допомогою контекстного меню. Контекстне меню з'являється у нижній частині дисплею модуля, якщо натиснути і утримувати кнопку SHIFT button:



За наявності контекстного меню кнопки лицевой панелі змінюють своє призначення. Використовуйте такі функції контекстного меню:



- + / - - зміна (scroll) можливих значень параметрів вибраного поля (тип входу, виходу, функція, номер елемента, тощо);

#### Лабораторна робота № 4: Керування модулем Zelio за допомогою кнопок лицевої панелі

- Ins – вставка лінії програми;
- Del – видалення вибраного елемента;
- Param – висвітлювання параметрів функціональних блоків модуля (цей пункт меню видимий тільки, якщо курсор встановлений на елементі, який має параметри, наприклад, на котушці таймера).

Якщо змінити установлений параметр, на дисплей буде виведене попередження: **CONFIRM CHANGES?** (Прийняти зміни?). Зміни можна підтвердити (YES) або відхилити (NO).

При введенні ліній електричного з'єднання рядка програми користувача (ліній передачі сигналів) контекстне меню змінює свій вигляд, при цьому стрілки слугують для проведення ліній та визначення напрямку:



Якщо програму захистити паролем, у нижній правій частині дисплею буде висвітлюється ключик:



#### 5. Запитання для самоконтролю

1. Яке призначення кнопок лицевої (фронтальної) панелі модуля інтелектуального реле?
2. У яких режимах можуть використовуватися кнопки Zx1...Zx4?
3. Як можна виконати вибрану команду меню при роботі безпосередньо з модулем? Як вийти із меню?
4. Чи можна програмувати модуль інтелектуального реле мовою функціональних блоків за допомогою кнопок лицевої панелі?
5. Скільки рядків програми користувача можна побачити одночасно на дисплеї модуля?
6. Яким чином на дисплеї позначаються вертикальні лінії електричного з'єднання у програмі користувача?
7. Як на дисплеї позначаються нормально замкнуті та нормально розімкнуті контакти програми користувача?

8. Як можна запустити програму користувача на виконання? Як на дисплеї відображається стан виконання програми (запущена/зупинена)?
9. Як за допомогою дисплею можна контролювати стан вхідних та вихідних сигналів модуля?
10. У якому форматі на дисплей модуля виводиться календарна дата та поточний час? Від чого це залежить?
11. Про що свідчить висвячування ключика у нижній правій частині дисплею?

## **6. Індивідуальні завдання**

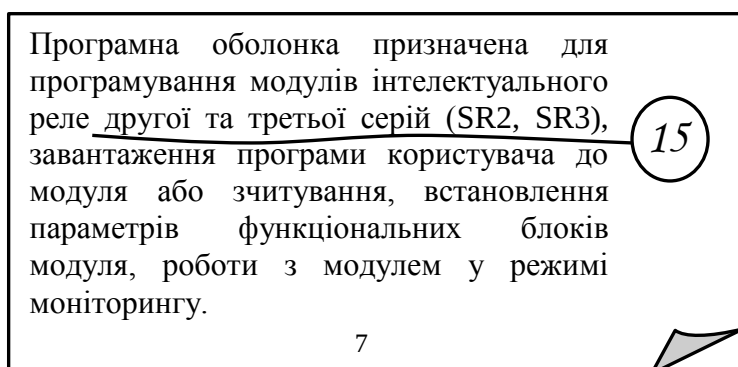
Виконання індивідуального завдання полягає у наборі програми за допомогою кнопок лицевої панелі модуля інтелектуального реле. Вихідні дані щодо програми слід взяти у пункті 6 «Індивідуальні завдання» методичних вказівок до лабораторної роботи № 1. Номер варіанту індивідуального завдання обирається за порядковим номером.

Під час захисту лабораторної роботи студент повинен за вимогою викладача продемонструвати навички роботи з кнопками лицевої панелі модуля інтелектуального реле (набір та редагування програми, зміна конфігурації та параметрів функціональних блоків модуля, зміна мови відображення меню, запуск/зупинка програми користувача, введення паролю, тощо).

## Завдання до самостійної роботи

Завдання полягає у опрацюванні методичних вказівок з олівцем у руках. Досить детальне викладення гарно ілюстрованого матеріалу дозволяє вивчити програмну оболонку ZelioSoft 2 та засвоїти методи роботи з модулем навіть за відсутності комп'ютера.

При виконанні завдання необхідно відшукувати та підкреслювати фрагменти тексту або позначати на ілюстраціях графічні елементи, про які йдеться у запитаннях. Поруч, на березі аркуша методичних вказівок, у кружечку слід проставити номер запитання, наприклад:



Також у графі «Посилання» треба зазначити номер сторінки, на якій знайдено відповідь на запитання.

**Увага!** Виконання наведених завдань дозволяється лише у власному примірнику методичних вказівок. Забороняється проставляти будь-які позначки або виконувати креслення у методичних вказівках бібліотечного фонду.

### Індивідуальні варіанти завдань до самостійної роботи

| № зап. | № вар. | Завдання або запитання                                                                                                                                       | Посилання |
|--------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1      | 1/1    | Підкресліть фрагмент тексту методичних вказівок, у якому йдеться про ефективність програмування модуля інтелектуального реле з лицевої (фронтальної панелі). | Л/р.1     |
| 2      | 2/2    | Позначте на вікні запрошення програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку завантаження програми з модуля до комп'ютера.                                            | Л/р.1     |
| 3      | 3/3    | Позначте на вікні запрошення програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку запуску режиму моніторингу.                                                              | Л/р.1     |
| 4      | 4/4    | Позначте на вікні запрошення програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку завантаження програми, над якою нещодавно працювали.                                     | Л/р.1     |
| 5      | 5/5    | Позначте на вікні запрошення програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку завантаження існуючої програми з диску комп'ютера.                                       | Л/р.1     |

### Індивідуальні завдання до самостійної роботи

|    |       |                                                                                                                                                                                                |       |
|----|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 6  | 6/6   | Позначте на вікні вибору категорії та типу модуля програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити кількість дискретних входів модуля.                                 | Л/р.1 |
| 7  | 7/7   | Позначте на вікні вибору категорії та типу модуля програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити кількість дискретних виходів модуля.                                | Л/р.1 |
| 8  | 8/8   | Позначте на вікні вибору категорії та типу модуля програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити наявність дисплею та клавіш керування на фронтальній панелі модуля. | Л/р.1 |
| 9  | 9/9   | Позначте на вікні вибору категорії та типу модуля програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити мови програмування модуля.                                          | Л/р.1 |
| 10 | 10/10 | Позначте на вікні вибору категорії та типу модуля програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити модель модуля.                                                      | Л/р.1 |
| 11 | 11/11 | Позначте на вікні вибору категорії та типу модуля програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити кількість змішаних входів модуля                                    | Л/р.1 |
| 12 | 12/12 | Позначте на вікні вибору категорії та типу модуля програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити наявність у структурі модуля годинника реального часу.              | Л/р.1 |
| 13 | 13/13 | Позначте на вікні вибору модуля розширення програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити каталожний номер для замовлення (у списку сумісних блоків розширення).     | Л/р.1 |
| 14 | 14/14 | Позначте на вікні вибору модуля розширення програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити тип блоку розширення (у списку сумісних блоків).                           | Л/р.1 |
| 15 | 15/15 | Позначте на вікні вибору модуля розширення програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити каталожний номер для замовлення (у списку вибраних блоків розширення).     | Л/р.1 |
| 16 | 1/16  | Позначте на вікні вибору модуля розширення програмної оболонки ZelioSoft 2 стовпчик таблиці, у якому можна побачити тип блоку розширення (у списку вибраних блоків).                           | Л/р.1 |
| 17 | 2/17  | Позначте на вікні вибору модуля розширення програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку, якою можна додати блок розширення до списку вибраних блоків.                                                | Л/р.1 |
| 18 | 3/18  | Позначте на вікні вибору модуля розширення програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку, якою можна видалити блок розширення із списку вибраних блоків.                                              | Л/р.1 |
| 19 | 4/19  | Позначте на вікні вибору модуля розширення програмної оболонки ZelioSoft 2 рядок, у якому можна побачити загальну кількість входів та виходів.                                                 | Л/р.1 |
| 20 | 5/20  | Позначте на вікні вибору модуля розширення програмної оболонки ZelioSoft 2 місце, де можна побачити зовнішній вигляд модуля інтелектуального реле.                                             | Л/р.1 |
| 21 | 6/1   | Позначте на вікні вибору мови програмування модуля інтелектуального реле кнопку-іконку, якою можна вибрати мову сходових діаграм.                                                              | Л/р.1 |

### Індивідуальні завдання до самостійної роботи

|    |       |                                                                                                                                                        |       |
|----|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 22 | 7/2   | Позначте на вікні вибору мови програмування модуля інтелектуального реле кнопку-іконку, якою можна вибрати мову функціональних блоків.                 | Л/р.1 |
| 23 | 8/3   | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 панель кнопок вибору режимів введення.                                                      | Л/р.1 |
| 24 | 9/4   | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 панель розміщення елементів.                                                                | Л/р.1 |
| 25 | 10/5  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 поле для набору програми мовою сходових діаграм.                                            | Л/р.1 |
| 26 | 11/6  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 поле індикаторів.                                                                           | Л/р.1 |
| 27 | 12/7  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 рядок статусу (стану програми).                                                             | Л/р.1 |
| 28 | 13/8  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку вибору масштабу відображення програми користувача.                                   | Л/р.1 |
| 29 | 14/9  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку перевірки валідності програми.                                                       | Л/р.1 |
| 30 | 15/10 | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку переходу у режим моделювання роботи програми користувача.                            | Л/р.1 |
| 31 | 1/11  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку увімкнення режиму моніторингу.                                                       | Л/р.1 |
| 32 | 2/12  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 індикатор запуску процесу моделювання.                                                      | Л/р.1 |
| 33 | 3/13  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 індикатор заповнення програмного простору (кількості введених рядків програми користувача). | Л/р.1 |
| 34 | 4/14  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 кнопку виклику вікна конфігурації програми.                                                 | Л/р.1 |
| 35 | 5/15  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 індикатор типу обраного модуля інтелектуального реле.                                       | Л/р.1 |
| 36 | 6/16  | Позначте у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2 індикатор типу обраного блоку розширення.                                                   | Л/р.1 |
| 37 | 7/17  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду знищення електричного з'єднання.                                               | Л/р.1 |
| 38 | 8/18  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду відміни останньої редакції текстового коментарю.                               | Л/р.1 |
| 39 | 9/19  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду налаштування параметрів програмної оболонки ZelioSoft 2.                       | Л/р.1 |
| 40 | 10/20 | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду вставки лінії сходової діаграми до програми користувача.                       | Л/р.1 |
| 41 | 11/1  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду видалення лінії сходової діаграми із програми користувача.                     | Л/р.1 |
| 42 | 12/2  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду переходу до режиму налаштування функціональних елементів модуля.               | Л/р.1 |
| 43 | 13/3  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду переходу до режиму введення текстового коментарю.                              | Л/р.1 |

### Індивідуальні завдання до самостійної роботи

|    |       |                                                                                                                                                                                                        |       |
|----|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 44 | 14/4  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду, якою можна виділити всю програму користувача повністю.                                                                        | Л/р.1 |
| 45 | 15/5  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду, якою можна викликати список функціональних елементів, що використані у програмі користувача.                                  | Л/р.1 |
| 46 | 1/6   | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду вибору конфігурації програми користувача.                                                                                      | Л/р.1 |
| 47 | 2/7   | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду вибору типу модуля та мови програмування.                                                                                      | Л/р.1 |
| 48 | 3/8   | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду діагностування модуля, що підключений до комп'ютера.                                                                           | Л/р.1 |
| 49 | 4/9   | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду, якою можна виставити годинник реального часу модуля, що підключений до комп'ютера.                                            | Л/р.1 |
| 50 | 5/10  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду компілювання програми користувача.                                                                                             | Л/р.1 |
| 51 | 6/11  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду передачі програми користувача з комп'ютера до підключеного модуля.                                                             | Л/р.1 |
| 52 | 7/12  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду передачі програми користувача з підключеного модуля до комп'ютера.                                                             | Л/р.1 |
| 53 | 8/13  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду запуску програми користувача на модулі, що підключений до комп'ютера.                                                          | Л/р.1 |
| 54 | 9/14  | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду зупинки програми користувача на модулі, що підключений до комп'ютера.                                                          | Л/р.1 |
| 55 | 10/15 | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду вибору схеми кольорів елементів програмної оболонки ZelioSoft 2.                                                               | Л/р.1 |
| 56 | 11/16 | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду, що дозволяє показати/сховати рядок статусу (стану програми).                                                                  | Л/р.1 |
| 57 | 12/17 | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду, що дозволяє розгорнути/згорнути текстові коментарі на екрані комп'ютера.                                                      | Л/р.1 |
| 58 | 13/18 | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду, що дозволяє змінити вертикальний масштаб відображення програми користувача у головному вікні програмної оболонки ZelioSoft 2. | Л/р.1 |
| 59 | 14/19 | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду, що дозволяє представити програму користувача у вигляді символів сходової діаграми.                                            | Л/р.1 |
| 60 | 15/20 | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду, що дозволяє представити програму користувача у вигляді релейної електричної схеми.                                            | Л/р.1 |

### Індивідуальні завдання до самостійної роботи

|    |       |                                                                                                                                                                                                                                      |       |
|----|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 61 | 1/1   | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду, що дозволяє вивести на передній план вікно супервізора.                                                                                                     | Л/р.1 |
| 62 | 2/2   | Позначте у переліку команд меню головного вікна (стор. 11...13) команду, що дозволяє вивести на передній план віртуальну лицеву панель модуля інтелектуального реле.                                                                 | Л/р.1 |
| 63 | 3/3   | Позначте у вікні настроювання параметрів програмної оболонки ZelioSoft 2 текстовий рядок для введення робочої папки до якої будуть записуватися за умовчанням файли програми користувача.                                            | Л/р.1 |
| 64 | 4/4   | Позначте у вікні настроювання параметрів програмної оболонки ZelioSoft 2 «прапорець», за допомогою якого можна дозволити/заборонити вивід вікна запрошення при запуску оболонки.                                                     | Л/р.1 |
| 65 | 5/5   | Позначте у вікні настроювання параметрів програмної оболонки ZelioSoft 2 «прапорець», за допомогою якого можна дозволити/заборонити вивід результатів компіляції програми користувача перед запуском режиму моделювання (симуляції). | Л/р.1 |
| 66 | 6/6   | Позначте у вікні настроювання параметрів програмної оболонки ZelioSoft 2 «прапорець», за допомогою якого можна дозволити/заборонити вивід кількості циклів та часу між оновленням результатів моделювання на екрані комп'ютера.      | Л/р.1 |
| 67 | 7/7   | Позначте у вікні вибору конфігурації програми користувача текстовий рядок, до якого можна заносити найменування проекту, що розробляється.                                                                                           | Л/р.1 |
| 68 | 8/8   | Позначте у вікні вибору конфігурації програми користувача текстовий рядок, до якого можна заносити відомості про автора – розробника програми користувача.                                                                           | Л/р.1 |
| 69 | 9/9   | Позначте у вікні вибору конфігурації програми користувача текстовий рядок, до якого можна заносити коментарі щодо поточного проекту (програми користувача).                                                                          | Л/р.1 |
| 70 | 10/10 | Знайдіть та позначте у методичних вказівках текстовий фрагмент (або ілюстрацію), де йдеться про заміну типу котушки при введенні програми користувача (за рівнем, за фронтом, котушка перемикавання, тощо).                          | Л/р.1 |
| 71 | 11/11 | Знайдіть та позначте у методичних вказівках текстовий фрагмент (або ілюстрацію), де йдеться про заміну типу контакту при введенні програми користувача (замикаючий/розмикаючий).                                                     | Л/р.1 |
| 72 | 12/12 | Знайдіть та позначте у методичних вказівках текстовий фрагмент (або ілюстрацію), де йдеться про видалення лінії електричного зв'язку при введенні програми користувача.                                                              | Л/р.1 |
| 73 | 13/13 | Знайдіть та позначте у методичних вказівках ілюстрацію, на якій показаний фрагмент програми користувача у режимі «Free mode» символами електричної схеми та символами сходової діаграми.                                             | Л/р.1 |
| 74 | 14/14 | Знайдіть та позначте у методичних вказівках перелік комунікативних функцій програмної оболонки ZelioSoft 2.                                                                                                                          | Л/р.1 |
| 75 | 15/15 | Позначте у вікні конфігурації лінії зв'язку програмної оболонки ZelioSoft 2 комбінований список, за допомогою якого можна обрати порт зв'язку (COM1, COM2).                                                                          | Л/р.1 |
| 76 | 1/16  | Підкресліть у тексті формулу, якою записується логічна функція інверсії суми АБО-НІ.                                                                                                                                                 | Л/р.2 |

### Індивідуальні завдання до самостійної роботи

|     |       |                                                                                                                                                               |       |
|-----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 77  | 2/17  | Підкресліть у тексті формулу, якою записується логічна функція «стрілка Пірса»                                                                                | Л/р.2 |
| 78  | 3/18  | Підкресліть у тексті формулу, якою записується логічна функція інверсії добутку I-NI.                                                                         | Л/р.2 |
| 79  | 4/19  | Підкресліть у тексті формулу, якою записується логічна функція «штрих Шеффера»                                                                                | Л/р.2 |
| 80  | 5/20  | Підкресліть у тексті формулу, якою записується логічна функція рівнозначності.                                                                                | Л/р.2 |
| 81  | 6/1   | Підкресліть у тексті формулу, якою записується логічна функція нерівнозначності XOR.                                                                          | Л/р.2 |
| 82  | 7/2   | Підкресліть у тексті формулу, якою записується логічна функція імплікації.                                                                                    | Л/р.2 |
| 83  | 8/3   | Підкресліть у тексті формулу, якою записується логічна функція заборони.                                                                                      | Л/р.2 |
| 84  | 9/4   | Підкресліть у тексті формулу, якою записується логічна функція затримки.                                                                                      | Л/р.2 |
| 85  | 10/5  | Підкресліть у тексті формулу комутативного закону відносно додавання.                                                                                         | Л/р.2 |
| 86  | 11/6  | Підкресліть у тексті формулу комутативного закону відносно множення.                                                                                          | Л/р.2 |
| 87  | 12/7  | Підкресліть у тексті формулу асоціативного закону відносно додавання.                                                                                         | Л/р.2 |
| 88  | 13/8  | Підкресліть у тексті формулу асоціативного закону відносно множення.                                                                                          | Л/р.2 |
| 89  | 14/9  | Підкресліть у тексті формулу дистрибутивного закону відносно додавання.                                                                                       | Л/р.2 |
| 90  | 15/11 | Підкресліть у тексті формулу дистрибутивного закону відносно множення.                                                                                        | Л/р.2 |
| 91  | 1/11  | Підкресліть у тексті формулу закон інверсії відносно додавання.                                                                                               | Л/р.2 |
| 92  | 2/12  | Підкресліть у тексті формулу закон інверсії відносно множення.                                                                                                | Л/р.2 |
| 93  | 3/13  | Підкресліть фрагмент тексту, у якому йдеться про сутність мінімізації релейних схем.                                                                          | Л/р.2 |
| 94  | 4/14  | Підкресліть фрагмент тексту, у якому йдеться про карти мінімізації.                                                                                           | Л/р.2 |
| 95  | 5/15  | Підкресліть фрагмент тексту, у якому йдеться про координатні таблиці для мінімізації релейних схем..                                                          | Л/р.2 |
| 96  | 6/16  | Підкресліть фрагмент тексту, у якому йдеться про таблиці увімкнень та часові діаграми взаємодії елементів для мінімізації релейних схем.                      | Л/р.2 |
| 97  | 7/17  | Позначте у вікні налаштування режиму роботи та уставок таймера «радіокнопку», якою можна задати режим увімкнення із затримкою.                                | Л/р.3 |
| 98  | 8/18  | Позначте у вікні налаштування режиму роботи та уставок таймера «радіокнопку», якою можна задати режим генератора симетричних імпульсів.                       | Л/р.3 |
| 99  | 9/19  | Позначте у вікні налаштування режиму роботи та уставок таймера «радіокнопку», якою можна задати режим мультивібратора з імпульсним запуском та зупинкою.      | Л/р.3 |
| 100 | 10/20 | Позначте у вікні налаштування режиму роботи та уставок таймера текстовий рядок, до якого слід вводити значення часу затримки.                                 | Л/р.3 |
| 101 | 11/1  | Позначте у вікні налаштування режиму роботи та уставок таймера «прапорець», яким можна зафіксувати поточний код таймера у випадку вимкнення напруги живлення. | Л/р.3 |

### Індивідуальні завдання до самостійної роботи

|     |       |                                                                                                                                                                                                                |       |
|-----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 102 | 12/2  | Позначте у вікні налаштування режиму роботи та уставок таймера «прапорець», яким можна заборонити зміну параметрів таймера із лицевої (фронтальної) панелі модуля інтелектуального реле.                       | Л/р.3 |
| 103 | 13/3  | Позначте у вікні налаштування режиму роботи та уставок таймера комбінований список, у якому можна вибрати одиницю вимірювання та формат подання часу затримки.                                                 | Л/р.3 |
| 104 | 14/4  | Знайдіть та позначте рисунок, що ілюструє роботу таймера у режимі увімкнення із затримкою.                                                                                                                     | Л/р.3 |
| 105 | 15/5  | Знайдіть та позначте рисунок, що ілюструє роботу таймера у режимі вимикання із затримкою.                                                                                                                      | Л/р.3 |
| 106 | 1/6   | Знайдіть та позначте рисунок, що ілюструє роботу таймера у режимі генератора симетричних імпульсів.                                                                                                            | Л/р.3 |
| 107 | 2/7   | Знайдіть та позначте рисунок, що ілюструє роботу таймера у режимі мултивібратора з імпульсним запуском та зупинкою.                                                                                            | Л/р.3 |
| 108 | 3/8   | Знайдіть та позначте рисунок, що ілюструє роботу таймера у режимі генератора несиметричних імпульсів.                                                                                                          | Л/р.3 |
| 109 | 4/9   | Знайдіть та позначте рисунок, що ілюструє роботу таймера у режимі генератора несиметричних імпульсів з імпульсним запуском та зупинкою.                                                                        | Л/р.3 |
| 110 | 5/10  | Позначте у вікні налаштування лічильників модуля інтелектуального реле рядок, до якого можна вводити числове значення для спрацьовування.                                                                      | Л/р.3 |
| 111 | 6/11  | Позначте у вікні налаштування лічильників модуля інтелектуального реле «радіокнопку», якою можна встановити режим замикання вихідного контакту, якщо поточний вміст лічильника дорівнює або перевищує уставку. | Л/р.3 |
| 112 | 7/12  | Позначте у вікні налаштування лічильників модуля інтелектуального реле «радіокнопку», якою можна встановити режим замикання вихідного контакту, якщо поточний вміст лічильника дорівнює 0.                     | Л/р.3 |
| 113 | 8/13  | Позначте у вікні налаштування лічильників модуля інтелектуального реле «прапорець», яким можна зафіксувати поточний код лічильника у випадку вимкнення напруги живлення.                                       | Л/р.3 |
| 114 | 9/14  | Позначте у вікні налаштування лічильників модуля інтелектуального реле «прапорець», яким можна заборонити зміну параметрів лічильника з лицевої (фронтальної) панелі модуля.                                   | Л/р.3 |
| 115 | 10/15 | Знайдіть та позначте у методичних вказівках діапазон зміни поточного коду швидкодіючого лічильника.                                                                                                            | Л/р.3 |
| 116 | 11/16 | Знайдіть та позначте у методичних вказівках текстовий фрагмент, у якому йдеться про роботу швидкодіючого лічильника при переповненні.                                                                          | Л/р.3 |
| 117 | 12/17 | Знайдіть та позначте у методичних вказівках значення максимальної частоти імпульсів, що можна подавати на вхід швидкодіючого лічильника.                                                                       | Л/р.3 |
| 118 | 13/18 | Позначте у вікні налаштування компаратора кодів лічильників кнопки, якими можна вибрати оператор виразу порівняння.                                                                                            | Л/р.3 |
| 119 | 14/19 | Позначте у вікні налаштування компаратора кодів лічильників комбіновані списки, якими можна вибрати номери лічильників для порівняння.                                                                         | Л/р.3 |

### Індивідуальні завдання до самостійної роботи

|     |       |                                                                                                                                                                                          |       |
|-----|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 120 | 15/20 | Позначте у вікні настроювання компаратора кодів лічильників рядок, до якого можна заносити величину зміщення для першого лічильника або першу константу.                                 | Л/р.3 |
| 121 | 1/1   | Позначте у вікні настроювання компаратора кодів лічильників рядок, до якого можна заносити величину зміщення для другого лічильника або другу константу.                                 | Л/р.3 |
| 122 | 2/2   | Позначте у вікні настроювання компаратора кодів лічильників «прапорець», яким можна заборонити зміну параметрів компаратора з лицевої (фронтальної) панелі модуля інтелектуального реле. | Л/р.3 |
| 123 | 3/3   | Позначте у вікні настроювання компаратора аналогових напруг кнопки, якими можна вибрати оператор виразу порівняння.                                                                      | Л/р.3 |
| 124 | 4/4   | Позначте у вікні настроювання компаратора аналогових напруг комбіновані списки, якими можна вибрати номери змішаних входів для порівняння.                                               | Л/р.3 |
| 125 | 5/5   | Позначте у вікні настроювання компаратора аналогових напруг текстовий рядок, до якого можна вводити значення рівня опорної напруги.                                                      | Л/р.3 |
| 126 | 6/6   | Позначте у вікні настроювання компаратора аналогових напруг текстовий рядок, до якого можна вводити значення половини ширини петлі гістерезису.                                          | Л/р.3 |
| 127 | 7/7   | Позначте у вікні настроювання компаратора аналогових напруг «прапорець», яким можна заборонити зміну параметрів компаратора з лицевої (фронтальної) панелі модуля інтелектуального реле. | Л/р.3 |
| 128 | 8/8   | Позначте у вікні настроювання каналів годинника реального часу текстові рядки, в яких задається час увімкнення вихідного контакту.                                                       | Л/р.3 |
| 129 | 9/9   | Позначте у вікні настроювання каналів годинника реального часу текстові рядки, в яких задається час вимикання вихідного контакту.                                                        | Л/р.3 |
| 130 | 10/10 | Позначте у вікні настроювання каналів годинника реального часу «прапорці», якими визначаються дні тижня, коли спрацьовує вихідний контакт.                                               | Л/р.3 |
| 131 | 11/11 | Позначте у вікні редагування текстових блоків комбінований список, у якому можна вибрати текстовий блок для поточного редагування.                                                       | Л/р.3 |
| 132 | 12/12 | Позначте у вікні редагування текстових блоків поле з переліком блоків для вставки до тексту.                                                                                             | Л/р.3 |
| 133 | 13/13 | Знайдіть та позначте у методичних вказівках текстовий фрагмент, у якому йдеться про вставку дати, часу або калібровочної константи до текстового блоку.                                  | Л/р.3 |
| 134 | 14/14 | Знайдіть та позначте у методичних вказівках текстовий фрагмент, у якому йдеться про керування підсвічуванням дисплею лицевої панелі модуля інтелектуального реле.                        | Л/р.3 |
| 135 | 15/15 | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд модуля інтелектуального реле, клеми для подачі напруги живлення модуля.                                                              | Л/р.4 |
| 136 | 1/16  | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд модуля інтелектуального реле, клеми для підключення вхідних сигналів.                                                                | Л/р.4 |
| 137 | 2/17  | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд модуля інтелектуального реле, клеми для підключення вихідних ланцюгів.                                                               | Л/р.4 |

### Індивідуальні завдання до самостійної роботи

|     |       |                                                                                                                                                                                               |       |
|-----|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 138 | 3/18  | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд модуля інтелектуального реле, місце для підключення картриджа зовнішньої пам'яті.                                                         | Л/р.4 |
| 139 | 4/19  | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд модуля інтелектуального реле, місце для підключення комп'ютера.                                                                           | Л/р.4 |
| 140 | 5/20  | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд модуля інтелектуального реле, кнопку SHIFT для зміни регістру.                                                                            | Л/р.4 |
| 141 | 6/1   | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд рідинно-кристалічного дисплею модуля інтелектуального реле, індикатор стану виконання програми користувача.                               | Л/р.4 |
| 142 | 7/2   | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд рідинно-кристалічного дисплею модуля інтелектуального реле, індикатор стану входів (вхідних сигналів).                                    | Л/р.4 |
| 143 | 8/3   | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд рідинно-кристалічного дисплею модуля інтелектуального реле, індикатор стану кнопок Zx.                                                    | Л/р.4 |
| 144 | 9/4   | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд рідинно-кристалічного дисплею модуля інтелектуального реле, індикатор стану виходів (вихідних сигналів)                                   | Л/р.4 |
| 145 | 10/5  | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд рідинно-кристалічного дисплею модуля інтелектуального реле, команду контекстного меню для вставки лінії програми.                         | Л/р.4 |
| 146 | 11/6  | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд рідинно-кристалічного дисплею модуля інтелектуального реле, команду контекстного меню для видалення вибраного елемента програми.          | Л/р.4 |
| 147 | 12/7  | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд рідинно-кристалічного дисплею модуля інтелектуального реле, команду контекстного меню для висвітлювання параметрів функціональних блоків. | Л/р.4 |
| 148 | 13/8  | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд рідинно-кристалічного дисплею модуля інтелектуального реле, індикатор захисту паролем програми користувача.                               | Л/р.4 |
| 149 | 14/9  | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд рідинно-кристалічного дисплею модуля інтелектуального реле, лінію електричного зв'язку.                                                   | Л/р.4 |
| 150 | 15/10 | Позначте на рисунку, де зображений зовнішній вигляд рідинно-кристалічного дисплею модуля інтелектуального реле, вихідну котушку, що працює на перемикання.                                    | Л/р.4 |

### Індивідуальні завдання до самостійної роботи

---

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт №№ 1 – 4 «Модуль інтелектуального реле (програмований логічний контролер) Zelio Logic SR2 (3): призначення, функціонування, програмування, методи роботи», індивідуальних завдань та самостійної роботи з дисципліни «Електроніка, мікропроцесорна техніка та засоби автоматизації» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/ Упорядн.: О. А. Яланський., В. А. Бородай – Дніпропетровськ: НГУ, 2022. – 76 с.

Упорядники: Яланський Олексій Анатолійович, канд. техн. наук, доцент;  
Бородай Валерій Анатолійович, канд. техн. наук, доцент.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри електропривода  
С. С. Худолій, канд техн. наук, професор

Упорядники:

Олексій Анатолійович ЯЛАНСЬКИЙ

Валерій Анатолійович БОРОДАЙ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ №№ 1 – 4 ЗА ТЕМОЮ  
«МОДУЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РЕЛЕ (ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР)  
ZELIO LOGIC SR2(3): ПРИЗНАЧЕННЯ, ФУНКЦІОНУВАННЯ, ПРОГРАМУВАННЯ,  
МЕТОДИ РОБОТИ», ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ  
з дисципліни «Електроніка, мікропроцесорна техніка та засоби автоматизації» для  
студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Редакційно-видавничий комплекс

Друкується у авторській редакції

Підписано до друку . Формат 30×42/4.

Папір . Ризографія. Умовн. друк. арк. .

Обліково-видавн. арк. . Тираж 100 прим. Зам. №