

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних занять з дисципліни
«Проектування вимірювальних систем»
для студентів спеціальності
152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
денної і заочної форм навчання

Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Проектування вимірювальних систем» для студентів спеціальності 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка денної і заочної форм навчання / Укл.: О.В. Василенко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 60 с.

Укладач: О.В. Василенко, доц., канд. техн. наук

Рецензент: Г.В. Сніжной, проф., доктор техн. наук

Відповідальний за випуск: А.В. Коротун, доц., канд. фіз.-мат. наук

Затверджено
на засіданні кафедри
мікро- і наноелектроніки

Протокол №5
від «20» 10 2020 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФРЕТ
Протокол № 3
від «22» 10 2020 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ SCADA TRACE MODE	6
1.1 Короткі теоретичні відомості	6
1.2 Порядок виконання роботи	10
1.3 Варіанти завдань	14
1.4 Контрольні запитання	14
2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 СТВОРЕННЯ ПРОЄКТУ ВС В SCADA	15
2.1 Короткі теоретичні відомості	15
2.2 Порядок виконання роботи	17
2.2.1 Створення графічних елементів	17
2.2.2 Автопобудова каналу	21
2.2.3 Створення джерела сигналу	23
2.2.4 Запуск проєкту	25
2.3 Варіанти завдань	25
2.4 Контрольні запитання	26
3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ КЕРУВАННЯ	27
3.1 Короткі теоретичні відомості	27
3.2 Порядок виконання роботи	29
3.3 Контрольні запитання	36
4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 ОБРОБКА ДАНИХ В SCADA	37
4.1 Короткі теоретичні відомості	37
4.2 Порядок виконання роботи	39
4.3 Контрольні запитання	45

5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ EASY-SOFT	46
5.1 Короткі теоретичні відомості	46
5.2 Порядок виконання роботи	51
5.3 Контрольні запитання	51
6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 ПОБУДОВА ІВС НА БАЗІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РЕЛЕ	52
6.1 Короткі теоретичні відомості	52
6.2 Порядок виконання роботи	58
6.3 Контрольні запитання	59
Список літератури	60

ВСТУП

В курсі «Проектування вимірювальних систем» студенти мають навчитися автоматизувати процеси вимірювання і контролю. Потужним засобом автоматизації збору та візуалізації інформації, яка надходить з сенсорів вимірювальних систем (ВС) є програми класу SCADA (*supervisory control and data acquisition*). Системи SCADA використовуються для моніторингу та управління установками або обладнанням у таких галузях, як телекомунікація, управління водою та відходами, енергетика, переробка та транспортування нафти та газу тощо. В результаті вивчення дисципліни студент зобов'язаний

знати:

- принципи проектування вимірювальних систем (ВС) на базі SCADA;
- архітектуру та функціональне призначення SCADA-систем, зокрема Trace Mode 6;
- основні поняття і визначення, використовувані в сучасних SCADA;
- основні етапи проектування і настройки програмних засобів SCADA при автоматизації технологічних процесів, при проектуванні автоматизованих систем вимірювання та керування технологічними процесами (АСКТП) тощо;
- мови програмування для контролерів, реле керування тощо;

вміти:

- використовувати інструментальні засоби SCADA для проектування інформаційного забезпечення вимірювальних систем та АСКТП;
- використовувати виконавчі модулі SCADA для організації автоматизованого робочого місця (АРМ);
- створювати графічний інтерфейс користувача;
- розробляти програми на мовах ST, FBD;
- будувати проєкт ВС та АСКТП в SCADA для автоматизації нескладних вимірювальних та технологічних процесів;
- проектувати інформаційно-вимірювальні системи на базі інтелектуальних реле та мікроконтролерів;
- програмувати задачі з автоматизації на базі інтелектуальних реле в середовищі EasySoft.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ SCADA

TRACE MODE

Ціль роботи: набути уміння і навички роботи з компонентами інтегрованого середовища розробки проєктів Trace Mode 6.

Постановка задачі: ознайомитися з основними компонентами інтегрованого середовища розробки (IC) Trace Mode 6 – головним вікном, навігатором проєкту, а також основними операціями – запуск середовища, створення нового проєкту, запуску проєкту на виконання і його завершення, збереження проєкту для редагування і виконання. Отримані навички є базовими для подальшої роботи у IC Trace Mode 6.

1.1 Короткі теоретичні відомості

IC об'єднує в єдиній оболонці **навігатора** і набір редакторів для створення всіх складових проєкту. IC має багатовіконний інтерфейс (рис.1.1).

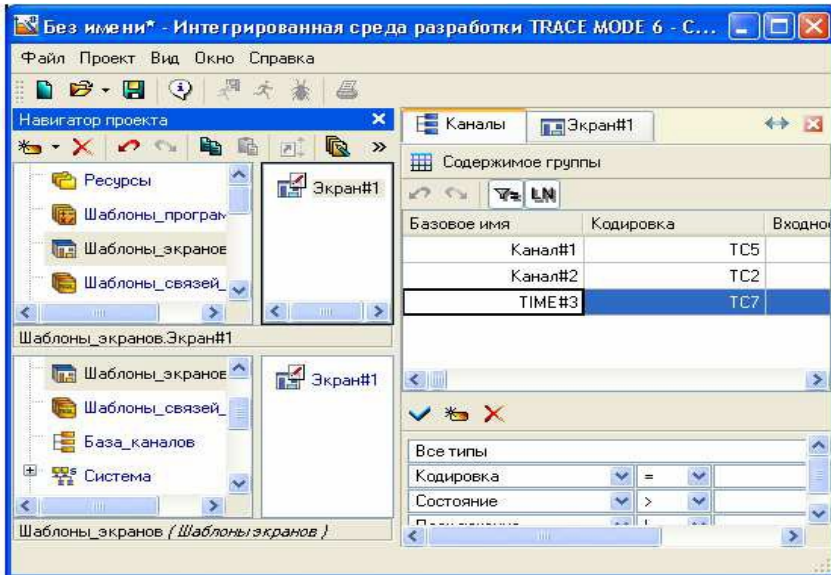


Рисунок 1.1 – Головне вікно Trace Mode

У навігаторі структура проєкту представлена у вигляді дерева (рис.1.2):

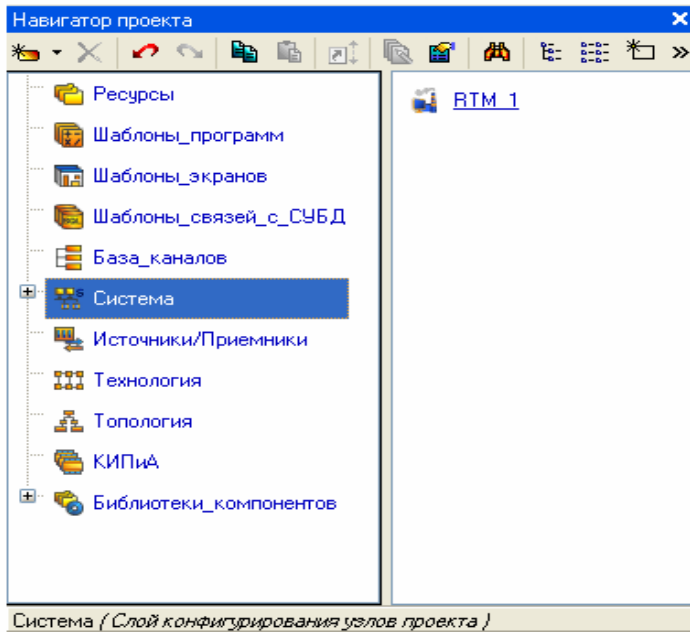


Рисунок 1.2 – Дерево проєкту

Кореневі групи цього дерева (**шари**) приречені і створюються автоматично при створенні нового проєкту (шари відображаються в лівому вікні навігатора). Елементарні структурні складові (листя структурного дерева) називаються **компонентами** проєкту. Наприклад, компонентами проєкту є: канал; канал, що викликає шаблон; шаблон; джерело даних і т.д.

Групи компонентів, які можуть бути створені в структурі проєкту, призначені для структуризації проєкту.

У ряді випадків групи мають і інший, цілком визначений, сенс – наприклад, вузли проєкту створюються як кореневі групи шару **Система**. У правому вікні навігатора відображається вміст шару (групи), виділеної в лівому вікні, – таким чином, компоненти проєкту можуть бути відображені тільки в правому вікні.

Структура проєкту редагується в навігаторі за допомогою команд меню **Проект**, контекстного меню і панелей інструментів, а

також за допомогою методу drag-and-drop.

Типові операції редагування

За допомогою миші:

Редагування текстового поля таблиці. Як правило, для переходу до редагування текстового поля таблиці треба двічі натиснути ліву кнопку миші (далі–ЛК) на цьому полі. Далі потрібно ввести новий текст за допомогою клавіатури і натиснути ENTER.

Виклик контекстного меню. Як правило, для виклику контекстного меню потрібно натиснути ПК на об'єкті (якщо об'єкт має таке меню).

Виділення довільного тексту. Для виділення довільного тексту потрібно встановити курсор в початкову позицію і, утримуючи ЛК натиснутою, перемістити курсор в кінцеву позицію, після чого кнопку миші відпустити.

Виділення слів. Для виділення слова потрібно двічі натиснути на ньому ЛК.

Виділення об'єкту. Для виділення об'єкту (малюнка, таблиці, графічного елементу і т.п.) потрібно натиснути на ньому ЛК (при наведенні на об'єкт курсор приймає вигляд  або ). Як правило, при виділенні на екрані відображається прямокутник, що обмежує об'єкт: .

Виділення групи об'єктів. Для виділення групи об'єктів потрібно за допомогою миші обвести їх контурним прямокутником (натиснути ЛК в деякій точці робочого поля редактора і, утримуючи кнопку натиснутої, перемістити курсор у напрямі діагоналі майбутнього прямокутника, після чого кнопку відпустити). Обмежуючий прямокутник, як правило, відображається на екрані.

Виділити групу об'єктів можна також послідовним натисненням на них ЛК з утриманням кнопки **Ctrl**. Для виділення групи об'єктів в списку можна натиснути ЛК на деякому об'єкті **obj1**, після чого, утримуючи клавішу **SHIFT**, натиснути ЛК на деякому об'єкті **obj2** – по цій команді виділяються об'єкти, розташовані в списку між об'єктами **obj1** і **obj2** (об'єкти **obj1** і **obj2** також виділяються),

Перетягування виділеного тексту, об'єкту або групи об'єктів (метод drag-and-drop). Для використання даного методу потрібно встановити курсор на виділений текст, об'єкт або групу

об'єктів, натиснути ЛК і, утримуючи кнопку натиснутої, перемістити курсор в потрібну позицію, після чого кнопку миші відпустити.

Методом drag-and-drop можна переміщати вікна і панелі інструментів редакторів інтегрованого середовища. Перед переміщенням вікна потрібно встановити курсор на його заголовок. Перед переміщенням панелі потрібно встановити курсор на її лівий край (курсор при цьому приймає вигляд ).

Зміна розмірів виділеного об'єкту або групи об'єктів. Для зміни розмірів виділеного об'єкту потрібно встановити курсор у вершину прямокутника, що обмежує об'єкт (курсор при цьому приймає вигляд  або ) , натиснути ЛК і, утримуючи кнопку натиснутої, перемістити курсор в потрібну крапку, після чого кнопку миші відпустити.

Для зміни висоти або ширини виділеного об'єкту потрібно встановити курсор в середину відповідної сторони обмежуючого прямокутника (курсор при цьому приймає вигляд  або ) і виконати аналогічні дії.

Аналогічним способом можна змінювати розміри вікон редакторів інтегрованого середовища.

У редакторі представлення даних у такий спосіб можна змінювати розміри виділеної групи графічних елементів.

За допомогою клавіатури:

- **Shift+ > / <** – виділити один символ (літеру, малюнок в тексті і т.п.) або зняти виділення одного символу.
- **Ctrl+Shift+ > / <** – виділити слово або зняти виділення слова.
- **Shift+ v / ^** – виділити рядок тексту або зняти виділення рядка.
- **Shift+Home/End** – виділити текст від позиції курсора до початку/кінця рядка.
- **Shift+PgUp/PgDn** – виділити текст від позиції курсора до початку/кінця вікна.
- **Ctrl+Shift+Home/End** – виділити весь текст від позиції курсора до початку/кінця.
- **Ctrl+A** – виділити весь текст.
- **Backspace** або **Del** – видалити виділені елементи.
- **Ctrl+Z** – відмінити останню дію.
- **Ctrl+Y** – повторити останню відмінену дію.

- **Ctrl+P** – вивести на принтер.
- **Ctrl+X** – вирізати виділені елементи в буфер обміну.
- **Ctrl+C** – копіювати виділені елементи в буфер обміну.
- **Ctrl+V** – вставити вміст буфера обміну в позицію курсора.
- **Ctrl+F** – відкрити діалог завдання параметрів пошуку.

Щоб **зняти виділення тексту або об'єкту**, потрібно натиснути ЛК або будь-яку кнопку переміщення на клавіатурі.

1.2 Порядок виконання роботи

1.Завантажити інструментальну систему подвійним натисненням лівої клавіші (ЛК) миші по іконі  робочого столу Windows і за допомогою іконі  інструментальній панелі створимо новий проект. При цьому в діалозі, що відкрився на екрані, виберемо стиль розробки **Простий** (рис. 1.3).

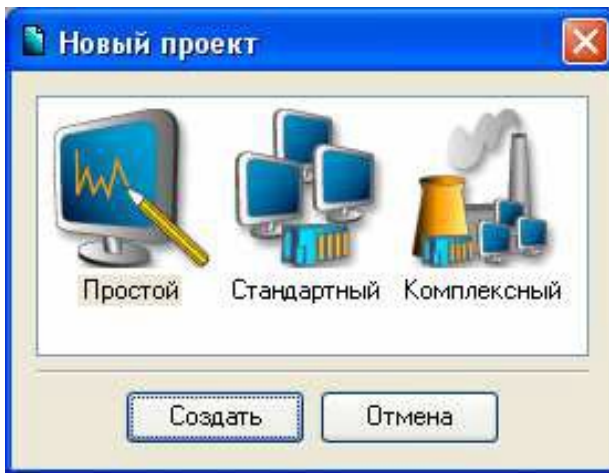


Рисунок 1.3 – Створення нового проекту

Після натиснення ЛК миші на екранній кнопці **Створити**, в лівому вікні Навігатора проекту з'явиться дерево проекту із створеним вузлом **АРМ RTM_1**. У правому вікні Навігатора проекту відобразиться вміст вузла – порожня група **Канали** і один канал класу **Виклик Екран#1**, призначеного для відображення на вузлі АРМ графічного екрану (рис. 1.4):

2. Створити графічний екран подвійним натисненням ЛК на компоненті **Екран#1**. Відкриється вікно графічного редактора.

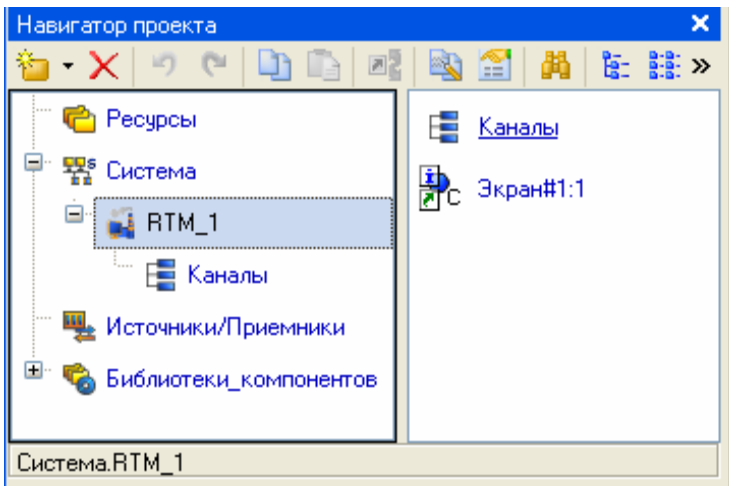


Рисунок 1.4 – Вікно графічного редактору

3. Створити статичний текст. Розмістити по центру у верху екрану статичний текст. Для цього виконаємо наступні дії: на панелі інструментів графічного редактора ЛК миші виділимо ікону графічного елементу (ГЕ) Текст **АВС**; у полі графічного редактора встановимо прямокутник ГЕ, для чого:

- зафіксуємо ЛК точку прив'язки – лівий верхній кут;
- розвернемо прямокутник рухом курсора до необхідного розміру;
- зафіксуємо ЛК вибраний ГЕ (рис. 1.5):

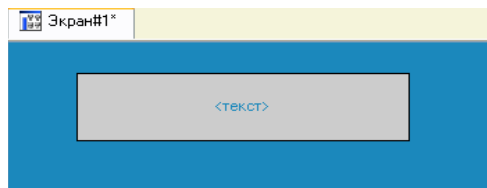


Рисунок 1.5 – Вибраний графічний елемент

Для переходу в режим редагування атрибутів розміщеного ГЕ виділимо ЛК ікону  на панелі інструментів.

Подвійним натисненням ЛК по ГЕ Текст відкриємо вікно його властивостей. Відкрити Довідку, вивчити інформацію об ГЕ Текст. У правому полі рядка **Текст** наберемо **Ф.И.О. студента і шифр групи**. Якщо введений Вами текст не уміщався в прямокутнику ГЕ, виділіть його і розтягніть до потрібного розміру за допомогою миші.

Можна потренуватися із зміною інших властивостей: контур, заливка, шрифт, колір тексту. Виконати настройку властивостей ГЕ. Закрити вікно властивостей натисненням ЛК по іконі .

4. Створити ГЕ Дата і час. Розмістити по центру екрану нижче ГЕ Текст. Для цього на панелі інструментів графічного редактора ЛК миші виділити ікону ГЕ Дата і час  і перетягнути на екран. Відкрити довідку, вивчити інформацію про це ГЕ. Відкрити вікно властивостей і задати, як показано на рис. 1.6.

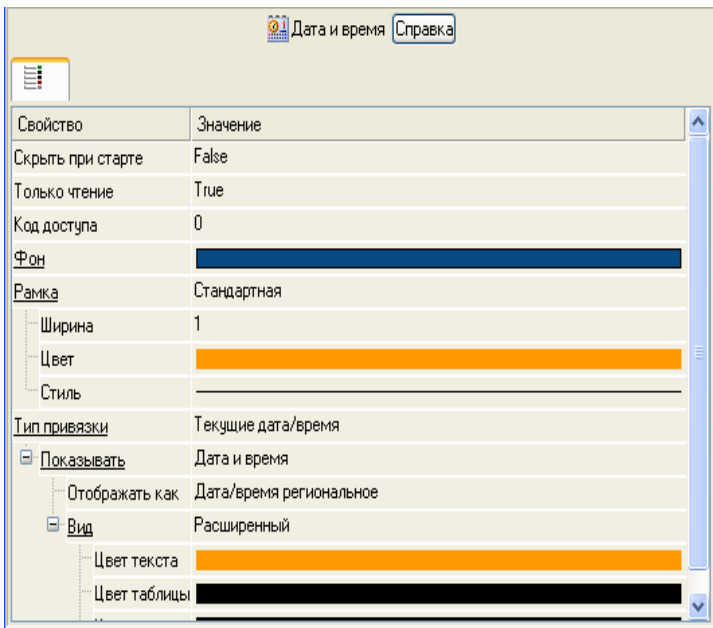


Рисунок 1.6 – Завдання дати і часу

5. Розмістити на екрані ГЕ, які вказані в табл.1.1 відповідно до варіанту. Виконати аналогічні дії з їх властивостями. Озаглавити кожен ГЕ, використовуючи ГЕ Текст.

В результаті виконаних дій графічний екран матиме приблизно наступний вигляд (рис. 1.7):

6. Зберегти проєкт за допомогою ікони , задавши у вікні, що відкрилося, шлях в свою теку з ім'ям ЛР1 і вказавши ім'я файлу *.prj.

7. Запустити проєкт. Для цього на інструментальній панелі вибрати ЛК ікону  і підготувати проєкт для запуску у реальному часі. Потім ЛК виділимо в шарі **Система** вузол **RTM_1**, а після, натиснувши ЛК ікону  на інструментальній панелі, запустити режим виконання. У вікні, що відкрилося, ГЕ **Дата і час** показуватиме реальний час.

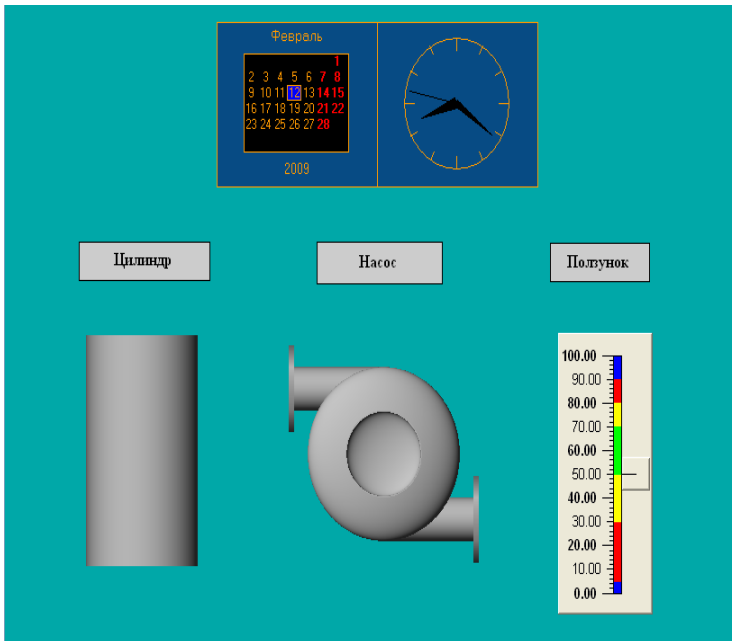


Рисунок 1.7 – Реальний час в проєкті

1.3 Варіанти завдань

Таблиця 1.1 – Варіанти завдань

№ варіанту	ГЕ1	ГЕ2	ГЕ3
1	Багатокутник	Вимикач1	Конус
2	Ламана із заливкою	Вимикач2	Тор
3	Замкнута крива	Вимикач3	Піраміда
4	Прямокутник	Вимикач4	Ємкість
5	Панель	Вимикач5	Клапан
6	Рамка	Вимикач6	Насос
7	Плоский клапан	Вимикач7	Труба
8	Трикутник	Кругова діаграма	Рельєфний конус
9	Овал	Гістограма	Криволінійний конус
10	Стрілка	Повзунок	Кнопка

1.4 Контрольні запитання

1. Місце SCADA в проєктуванні вимірювальних систем.
2. Різновиди SCADA.
3. Місце SCADA в автоматизації виробництва.
4. Задачі, які розв'язуються за допомогою SCADA.
5. Переваги та особливості SCADA Trace Mode.
6. Що є проєктом в Trace Mode?
7. Що є вузлом проєкту?
8. Що є каналом проєкту?
9. Які ви знаєте об'єкти в Trace Mode?
10. У чому суть автопобудови?
11. Як завантажити ІС Trace Mode?
12. Які операції редагування можна виконати за допомогою миші?
13. Які операції редагування можна виконати за допомогою клавіатури?
14. Як зберегти проєкт?
15. Як запустити проєкт на виконання?

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 СТВОРЕННЯ ПРОЄКТУ ВС В SCADA

Мета роботи: освоїти механізм автопобудови каналів методом «від шаблонів», одержати практичні навички в створенні простого проєкту в Trace Mode 6.

Постановка задачі: створити операторський інтерфейс (людино-машинний інтерфейс) системи моніторингу, що містить один вузол АРМ (автоматизоване робоче місце), використовуючи механізм автопобудови каналів Trace Mode методом «від шаблонів».

2.1 Короткі теоретичні відомості

Інтегрована система Trace Mode 6 створена для того, щоб полегшувати працю розробників АСУТП і АСУП, тому в неї включені фірмові технології автоматизації розробки проєкту, об'єднані загальною назвою - *автопобудова*.

Автопобудова - це набір автоматичних процедур формування різних елементів проєкту АСУТП. Автопобудова позбавляє розробника АСУТП від найбільш рутинної роботи, скорочує час розробки проєкту, і знижує вірогідність внесення помилок, що виникають при ручних операціях.

Можна сказати, що **автопобудова** - це **автоматизація автоматизації**.

Застосування автопобудови не виключає можливості ручної прив'язки, це свого роду макрозасіб, що працює за людину, але під його повним контролем. Автопобудова не залишає нічого «за кадром», результати роботи автопобудови завжди можуть бути проглянуті і при необхідності відмінені або скоректовані.

Розрізняють декілька основних видів автопобудови.

Автопобудова каналів Trace Mode за джерелами даних звичайно використовується відразу після автопобудови самих джерел. Цей вид автопобудови реалізується простим перетягуванням (методом **Drag-n-Drop**) ікони джерела даних у вузол пов'язаного з ним монітора реального часу (основного серверу TRACE MODE). Автопобудовані за джерелами даних канали готові до використання. Фактично, для створення простого людино-машинного інтерфейсу (ЛМІ) інформаційної системи залишається тільки набудувати комунікаційні

порти вузла і створити мнемосхему.

Розробка проєкту в ІС включає наступні процедури:

- створення структури проєкту в навігаторі;
- конфігурація або розробка структурних складових – наприклад, розробка шаблонів графічних екранів оператора, розробка шаблонів програм, опис джерел/приймачів і т.д.;
- конфігурація інформаційних потоків;
- вибір апаратних засобів АСК (контролерів тощо);
- створення вузлів в шарі **Система і їх конфігурація**;
- розподіл каналів, створених в різних шарах структури, по вузлах і конфігурація інтерфейсів взаємодії компонентів в інформаційних потоках;
- збереження проєкту в єдиний файл для подальшого редагування (за допомогою команди Зберегти або Зберегти як - Збереження проєкту для редагування);
- експорт вузлів в набори файлів для подальшого запуску під

керуванням моніторів Trace Mode (по команді  Зберегти для MPB – Збереження проєкту для запуску).

Перераховані процедури (за винятком двох завершальних) і вхідні в їх склад операції можуть виконуватися в довільному порядку. Наприклад, можна починати розробку проєкту з розробки шаблонів графічних екранів оператора, із створення вузлів і їх каналів в шарі Система (якщо апаратні засоби АСК відомі наперед), можна конфігурувати канали і інформаційні потоки після розподілу каналів по вузлах і т.п.

Для створення об'єктів структури (компонентів і груп компонентів) використовуються типові команди меню **Проект**, контекстного меню і панелі інструментів навігатора.

При створенні каналу класу CALL з передвстановленою властивістю **виклик** у відповідному шарі шаблонів створюється шаблон, що викликається **каналом**. У навігаторі можуть бути створені наступні канали класу CALL з передвстановленою властивістю **виклик**:

- **Екран** – канал з викликом шаблону екрану;
- **Програма** – канал з викликом шаблону програми;
- **Документ** – канал з викликом шаблону документа;
- **Зв'язок з БД** – канал з викликом зв'язки з базою даних.

Меню **Проект**, контекстне меню і панель інструментів навігатора містять команди створення тільки тих об'єктів, які може містити виділений шар/група.

При редагуванні збереженого проєкту (зокрема після виконання команди **Зберегти/Зберегти як**) знов створені структурні об'єкти і об'єкти, їх що містять, виділяються в навігаторі синім шрифтом.

2.2 Порядок виконання роботи

2.2.1 Створення графічних елементів

1. Завантажити інструментальну систему Trace Mode. Вибрати стиль розробки **Простой**. При цьому в правому вікні Навігатора проєкту відобразиться вміст вузла – порожня група **Канали** і один канал класу **Виклик Екран#1**, призначеного для відображення на вузлі АРМ графічного екрану.

2. Відкрити вікно графічного редактора подвійним натисненням ЛК на компоненті Екран#1.

3. Створити GE Текст, змінити його властивості приблизно, як показано (прописати прізвище, групу, дату).

4. Створити GE Дата і час, змінивши його властивості (див. рис. 2.1).

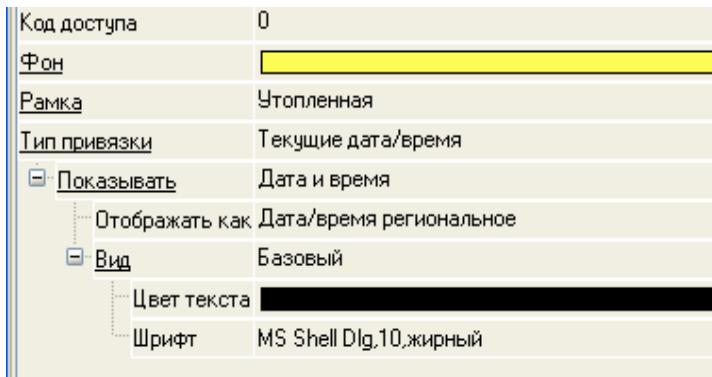


Рисунок 2.1 – Завдання дати і часу

5. Створити GE Текст для статичного тексту з написом **Значення параметра** (рис. 2.2).

Значение параметра

Рисунок 2.2 – Графічний елемент

6. Створити ГЕ **Текст** для динамічного тексту, в якому відображатимуться чисельні значення якого-небудь джерела сигналу – зовнішнього або внутрішнього - шляхом вказівки динамізації атрибуту **Текст** ГЕ.

Для цього необхідно виконати наступні дії:

- Створити і розмістити новий ГЕ **АВС** праворуч від ГЕ з написом **Значення параметра**;
- відкрити властивості знов розміщеного ГЕ;
- у правому полі рядка **Текст** видалити <текст>;
- подвійним натисненням ЛК на рядку **Текст** викликати меню **Вид індикації** (рис. 2.3).

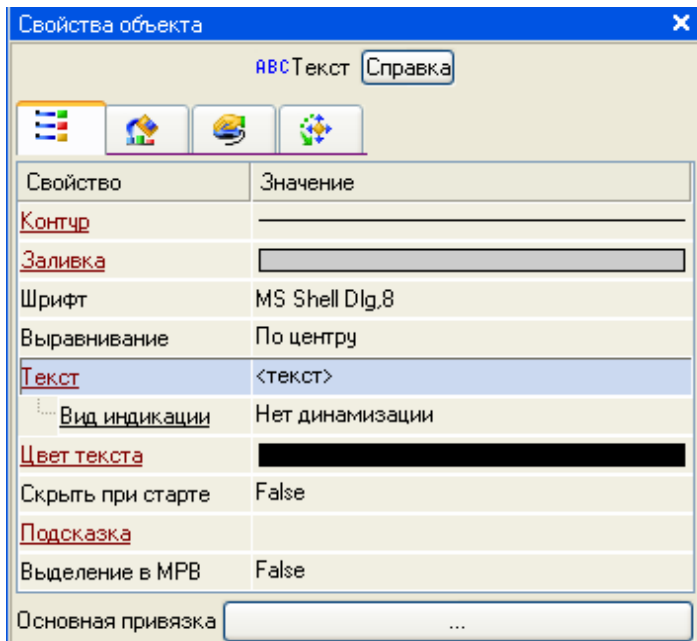


Рисунок 2.3 – Вибір виду індикації

- у правому полі рядка клацанням ЛК викликати список доступних типів динамізації атрибуту;
- зі всіх пропонованих типів вибрати ЛК **Значення** (рис. 2.4);

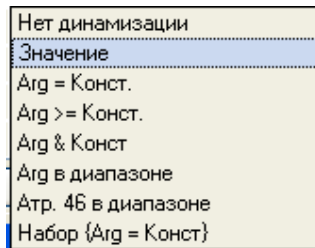


Рисунок 2.4 – Вибір типу

у меню настройки параметров динамизації, яке відкрилося (рис. 2.5):

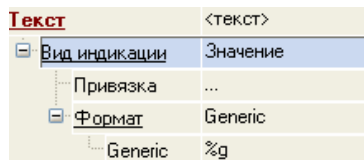


Рисунок 2.5 – Формування прив'язки

- виконати натиснення ЛК в правому полі рядка **Прив'язка**;
- у вікні **Властивості прив'язки**, що відкрилося, натиснути ЛК по іконі  на панелі інструментів і тим самим створити аргумент шаблону екрану (рис. 2.6);

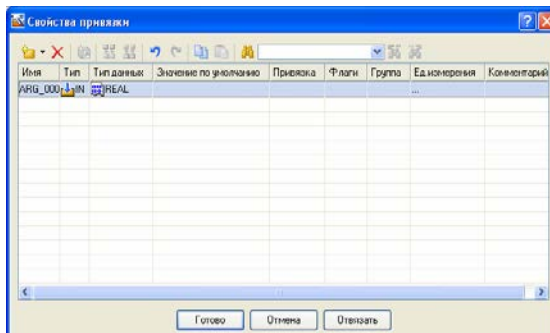


Рисунок 2.6 – Властивості прив'язки

- подвійним натисненням ЛК виділити ім'я аргументу і змінити його, ввівши з клавіатури **Параметр** (завершити введення натисненням клавіші **Enter**);
- підтвердити зв'язок атрибуту **Текст** ГЕ з даним аргументом натисненням ЛК по екранній кнопці **Готово**;
- закрити вікно властивостей ГЕ.

Створені ГЕ **Текст** матимуть наступний вигляд (рис. 2.7):



Рисунок 2.7 – Графічний елемент

7. Створити ГЕ **Стрілочний прилад**. Для цього необхідно виконати послідовність дій:

- виділимо подвійним натисненням ЛК на інструментальній панелі графічного редактора ікону і виберемо з меню, що з'явилося, ікону стрілочного приладу;



- встановимо ГЕ , вибравши його розмір таким, щоб всі елементи графіки і тексту на ньому були розбірливі і симетричні;



- перейдемо в режим редагування і відкриємо вікно властивостей ГЕ ;

- натисненням ЛК на екранній кнопці **Основна прив'язка** відкриємо вікно табличного редактора аргументів шаблону екрану;
- ЛК виберемо вже існуючий аргумент **Параметр**;
- підтвердимо вибір натисненням ЛК на кнопці **Готово**;
- подвійним натисненням ЛК відкриємо атрибут **Заголовок** і в рядку **Текст** введемо напис **Параметр** (рис. 2.8);

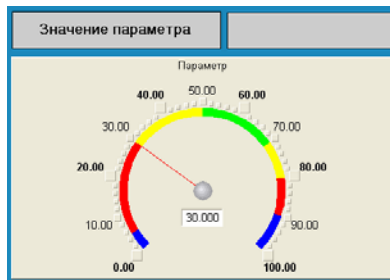


Рисунок 2.8 – Вимірювальний прилад/графічний елемент

- закриємо вікно властивостей ГЕ .

Для перевірки правильності прив'язок ГЕ до аргументів екрану можна скористатися режимом емуляції. Перехід в режим емуляції здійснюється за допомогою ікони  (Емуляція) на панелі інструментів. По натисненню, на екран графічного редактора виводиться вікно завдання значення аргументу у відповідному полі. Так, ввівши значення 25 замість 0 (рис.2.9), спостерігаємо (рис. 2.10):

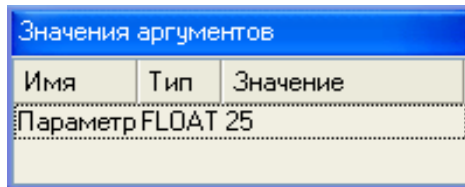


Рисунок 2.9 – Візуалізація

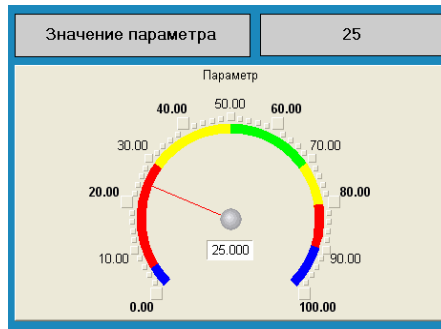


Рисунок 2.10 – Візуалізація часу та індикатора

У нашому випадку обидва ГЕ відображають введені значення - прив'язки виконані правильно. Вихід з режиму емуляції - повторне натиснення ЛК по іконі .

2.2.2 Автопобудова каналу

Для створення каналу у вузлі проекту по аргументу шаблону екрану скористаємося процедурою автопобудови. Для цього:

- у шарі **Система** виберемо ЛК вузол **RTM_1**;
- у полі компонентів вузла ЛК виберемо **Екран#1**;

- натисненням правої кнопки миші (ПК) викличемо контекстне меню;
- у ньому натисненням ЛК відкриємо **Властивості** компоненту **Екран#1** (рис. 2.11):

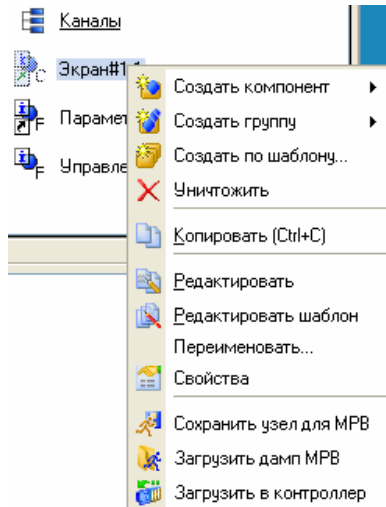


Рисунок 2.11 – Вибір меню «Властивості» елементу

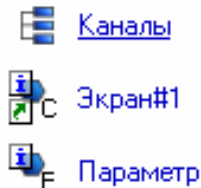


Рисунок 2.12 – Вибір властивості

- вибрати ЛК вкладку **Аргументи**;
- виділити ЛК аргумент **Параметр** і за допомогою ікони  і створити канал класу **Float** типу **Input** з ім'ям **Параметр** (рис.2.14):

Завдання меж і уставок. Подвійним натисненням ЛК по каналу **Параметр** відкрити бланк редагування його атрибутів і заповнити розділ **Межі відповідно до свого варіанту** (див. табл. 2.1), наприклад, таким чином, як показано на рис. 2.13:

Рисунок 2.13 – Завдання меж параметрів

2.2.3 Створення джерела сигналу.

Ввести до складу проєкту джерело сигналу – внутрішній генератор, *відповідно до свого варіанту* (див. табл. 3.1), пов'язати його із створеним каналом і випробувати в роботі виконані засоби відображення. Для цього виконати наступні дії:

- відкрити шар **Джерела/Приймачі** і через ПК створити в ньому групу компонентів **Генератори**;
- подвійним натисненням ЛК відкрити групу **Генератори_1** і через ПК створити в ній компонент, наприклад, **Синусоїда** (рис.3.17);
- захопити за допомогою ЛК створене джерело і, не відпускаючи ЛК, перетягнути курсор на вузол **RTM_1** в шарі **Система**, а потім, у вікні компонентів, що відкрилося, на канал **Параметр** (рис. 2.14-2.16).

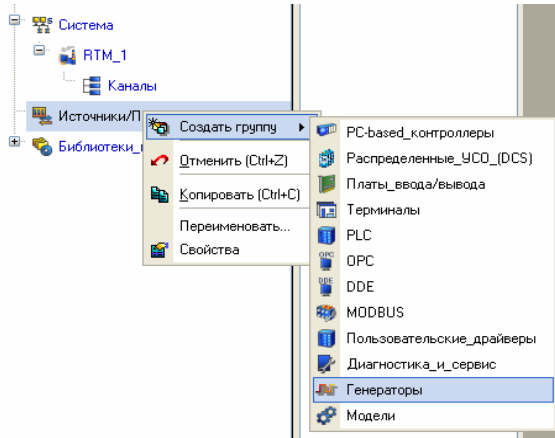


Рисунок 2.14 – Вибір генератора

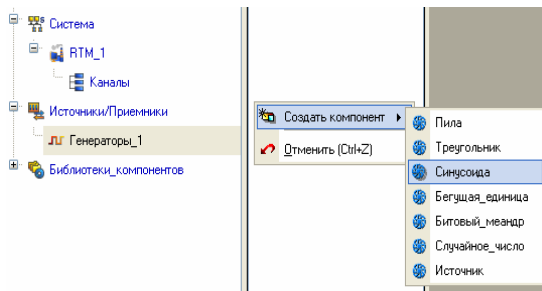


Рисунок 2.15 – Формування графемі

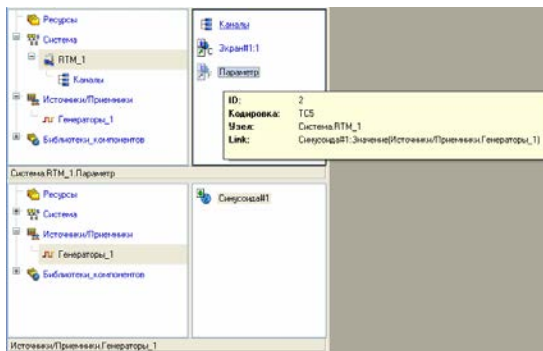


Рисунок 2.16 – Параметр графемі

2.2.4 Запуск проєкту

Зберегти проєкт за допомогою ікони у папці з ім'ям Проєкт1, задавши у вікні, що відкрилося, ім'я **Pr1.prj**. На інструментальній панелі вибрати ЛК ікону (Зберегти для МРЧ) і підготувати проєкт для запуску у реальному часі. ЛК виділити в шарі Система вузол **RTM_1**, а після, натиснувши ЛК ікону (Запустити профайлер) на інструментальній панелі, запустити режим виконання.

У вікні ГЕ, що відкрилося, праворуч від надпису «Значення параметра» має показатися зміна сигналу. Ті ж значення має відображати і стрілочний прилад (рис. 2.17):

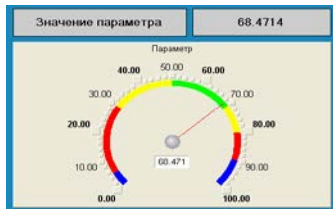


Рисунок 2.17 – Візуалізація стрілочного приладу

Після перевірки працездатності проєкту, зробити копію вікна для звіту, зупинити профайлер за допомогою ікони (Запуск/Останов) і закрити даний додаток (**Alt+F4**).

2.3 Варіанти завдань

Таблиця 2.1 – Варіанти завдань

№ варіант у	Межі ГЕ Стрілочний прилад						Компонент групи Генератори
	ВП	ВА	ВГ	НГ	НА	НП	
1	85	75	65	50	15	5	Пила
2	90	80	70	50	20	10	Трикутник
3	95	85	75	50	25	15	Синусоїда
4	85	75	65	50	30	20	Трикутник
5	90	80	70	50	35	25	Випадкове число
6	95	85	75	50	15	5	Синусоїда
7	85	75	65	50	20	10	Пила
8	90	80	70	50	25	15	Трикутник

2.4 Контрольні запитання

1. У чому суть технології автопобудови?
2. З яких процедур складається розробка проєкту в ІС?
3. Які дії необхідно виконати для динамізації атрибуту графічного елементу?
4. Як виконати автопобудову каналу?
5. Яке призначення шару Система?
6. Які вузли можна створити в шарі Система?
7. Які кореневі групи входять в шар Джерела/Приймачі?
8. Як зберегти проєкт для редагування?
9. Як зберегти проєкт для запуску?
10. Як включити/відключити режим емуляції?
11. Як запустити проєкт на виконання у реальному часі?

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ КЕРУВАННЯ

Мета роботи: ввести до складу системи функцію керування і провести дослідження керуючої дії за допомогою ГЕ **Кнопка** і ГЕ **Тренд**.

Постановка задачі: у створену на попередній лабораторній роботі систему моніторингу, що містить один вузол АРМ, додати функцію керування. Ввести до складу графічного екрану ГЕ, який дозволяє реалізувати введення числових значень з клавіатури. Створити новий аргумент шаблону екрану для їх прийому. Ввести до складу графічного екрану ГЕ для проглядання змін значень каналів вузла в часі.

3.1 Короткі теоретичні відомості

Графічні елементи мають наступні властивості, що настраюються:

- **Атрибути;**
- **Динамічні властивості;**
- **Функції керування.**

Ці параметри визначають вид графічних елементів і виконуваними ними функції відображення і керування при роботі у реальному часі.

Для завдання властивостей ГЕ (групи ГЕ) використовується вікно Властивості об'єкту, що містить різне число вкладок для різних елементів. Щоб відкрити це вікно, потрібно виконати команду **Властивості** з контекстного меню виділеного ГЕ (виділеної групи ГЕ) або двічі натиснути ЛК на ГЕ. При знятті виділення ГЕ вікно його властивостей автоматично замінюється вікном властивостей екрану.

Атрибути – це прості властивості графічного елемента. Вони задаються на вкладці  (**Основні властивості**) вікна **Властивості об'єкту**.

У вікні властивостей атрибути можуть бути згруповані – найменування таких груп виділені підкресленням, при подвійному натисненні на них ЛК розкривається список властивостей.

Існують 2 види атрибутів ГЕ:

- **статичні** – атрибути, які не змінюються при роботі у

реальному часі;

- **динамізовані** – атрибути, які можуть бути як статичними, так і динамічними (що змінюються при роботі у реальному часі залежно від значення прив'язаного аргументу). Розділи конфігурації таких атрибутів виділені червоним кольором і містять атрибути **Вид індикації** і **Прив'язка**.

Динамізацією атрибуту називається завдання умов його зміни залежно від значення прив'язаного аргументу. При динамізації атрибуту графічний елемент стає індикатором виконання заданих умов.

До **динамічних властивостей** графічних елементів відносяться **динамічна заливка**, 3 види **динамічної трансформації** (**переміщення**, **масштабування** і **обертання**) і **динамічний контур**.

Динамічні трансформації автоматично прив'язуються до аргументу екрану з порядковим номером 0.

Динамічні властивості настраюються відповідно на вкладках

Динамічна заливка  **Динамічна трансформація**  і

Динамічний контур  вікна **Властивості об'єкту**.

Функції керування ГЕ – це дії, задані для графічних елементів на етапі редагування проєкту АСК; виконання цих дій при роботі у реальному часі ініціалізується оператором за допомогою миші. Завдання функцій керування для графічних елементів додає графічним екранам властивість інтерактивності і забезпечує одну з найважливіших якостей АСК – керування техпроцесом за допомогою графічних засобів.

Функції керування задаються на вкладці **Дії** вікна **Властивості об'єкту**.

Визначені наступні **події**, по яких ініціалізується виконання дій у реальному часі:

- **mousePressed** (**натиснення** ЛК на ГЕ);
- **mouseReleased** (**віджимання** ЛК на ГЕ);

Для кожної з подій може бути незалежно задано декілька функцій керування, вибраних з контекстного меню (меню відкривається при натисненні ПК миші на назві події):

- **передати значення**

- показати/приховати елементи
- перейти на екран
- надіслати коментар
- надіслати підказку
- надіслати рядок
- виконати
- передати в атрибут 46, працює при прив'язці до будь-якого атрибуту каналу.

Функції керування відображаються у вигляді нових розділів списку властивостей об'єкту (для кожної функції створюється окремий розділ). Для видалення функції керування або зміни її позиції в списку використовується контекстне меню, що викликається натисненням ПК миші на назві функції. Якщо для події задано декілька функцій, у реальному часі вони відпрацьовуються по порядку відповідно до позиції в списку (функція переходу на екран завжди виконується останній).

3.2 Порядок виконання роботи

1. Завантажити IC Trace Mode 6. Відкрити проєкт, створений у попередній лабораторній роботі, за допомогою іконки  (Відкрити існуючий проєкт) або меню **Файл > Открыть**. У діалоговому вікні вибрати диск, теку, файл із збереженим проєктом. У шарі **Система** відкрити вузол **RTM_1** подвійним натисненням ЛК на компоненті RTM_1 (у правому вікні навігатора).

2. Відкрити для редагування вікно графічного екрану подвійним натисненням ЛК на компоненті **Екран#1**.

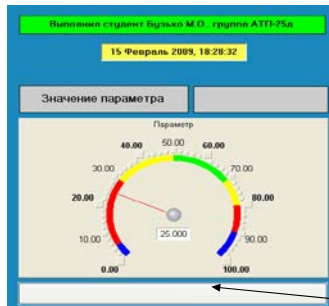


Рисунок 3.1 – Редагування RTM 1

3. На інструментальній панелі графічного редактора вибрати ЛК ікону  **Кнопка**. Розмістити GE в полі екрану під GE **Стрілочний прилад** (див. рис. 3.1).

Виділити GE **Кнопка** ЛК і викликати вікно його властивостей. У полі **Текст** ввести напис **Керування**. Можна редагувати, як показано на рис. 3.2 -3.3.

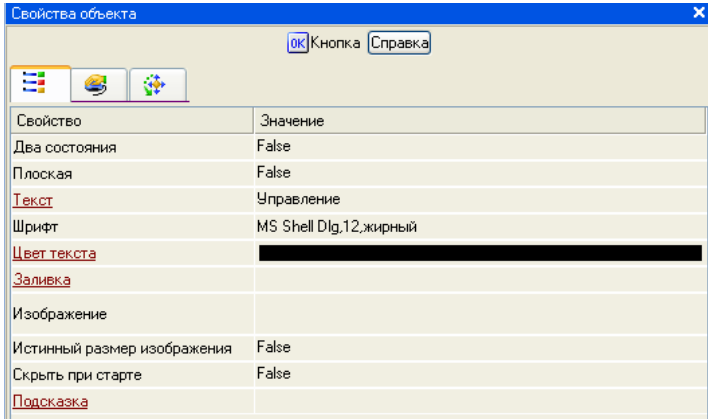


Рисунок 3.2 – Меню задания свойств «Кнопки»

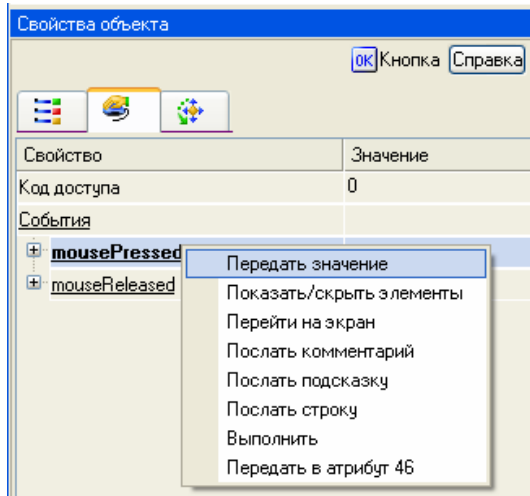


Рисунок 3.3 – Редагування елементу

4. Відкрити у вікні властивостей вкладку **Дія**  і ПК розкрити меню **mousePressed (По натисненню)**. Вибрати із списку команду **Передати значення** (див. рис. 3.4).

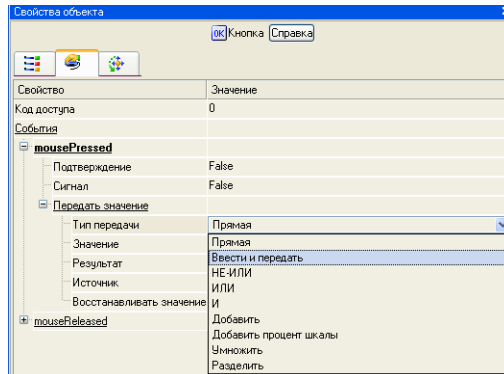


Рисунок 3.4 – Прив'язка до натиснення /кліка мишки

5. У меню настройок вибраної команди в полі, що розкрилося, **Тип передачі** вибрати із списку **Вести і передати** (див. рисунок 3.5):

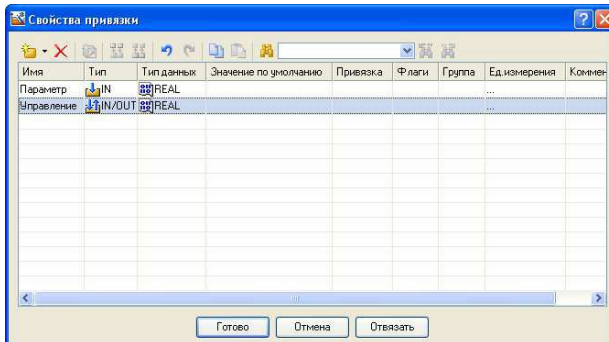


Рисунок 3.5 – Вибір типу передачі

Натисненням ЛК в полі **Результат** викликати табличний редактор аргументів. Створити ще один аргумент і задати йому ім'я **Керування**. Змінити тип аргументу на **IN/OUT**, кнопкою **Готово** підтвердити прив'язку атрибуту ГЕ до цього аргументу (див. рис. 3.5). Закрити вікно властивостей ГЕ.

6. **Розмістити ГЕ Текст** для відображення значення, що вводиться з клавіатури. Можна скористатися тим, що вже є на

графічному екрані ГЕ шляхом його копіювання/вставки і переприв'язки. Для цього: виділити ЛК ГЕ **Текст**, що служить для відображення аргументу **Параметр** (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Вид графеми

За допомогою ікони  (Копіювати) на панелі інструментів або комбінацією клавіш **Ctrl+C** скопіювати виділений ГЕ **Текст** в буфер обміну. Далі за допомогою ікони  (Вставити) або комбінацією клавіш **Ctrl+V** витягнути копію ГЕ з буфера обміну і помістити її на графічний екран. Перемістити, утримуючи натиснутою ЛК, копію ГЕ **Текст** праворуч від розміщеного на екрані ГЕ **Кнопка**.

Подвійним натисненням ЛК на переміщеному ГЕ **Текст** відкрити вікно його властивостей. Подвійним натисненням ЛК на рядку **Текст** вкладки основних властивостей  перейти до настройки динамізації даного атрибуту ГЕ; у правому полі рядка **Прив'язка** натисненням ЛК відкрити табличного редактора аргументів шаблону екрану.

Виділити ЛК в списку аргумент **Керування** і натисненням ЛК по екранній кнопці **Готово** підтвердити прив'язку атрибуту ГЕ **Текст** до даного аргументу шаблону екрану (рис. 3.7)

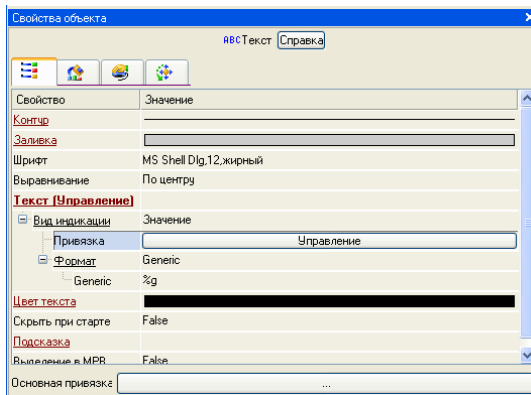


Рисунок 3.7 – Підтвердження прив'язки атрибуту

Закрити вікно властивостей ГЕ Текст.

7. Виконати прив'язку аргументу екрану до каналу. Створити по аргументу **Керування** шаблону екрану новий канал, відредагувати прив'язку атрибуту каналу до аргументу шаблону екрану. Для цього:

У шарі **Система** відкрити вузол **RTM_1**.

По натисненню ПК викликати через контекстне меню властивості компоненту **Екран#1** (рис. 3.8).

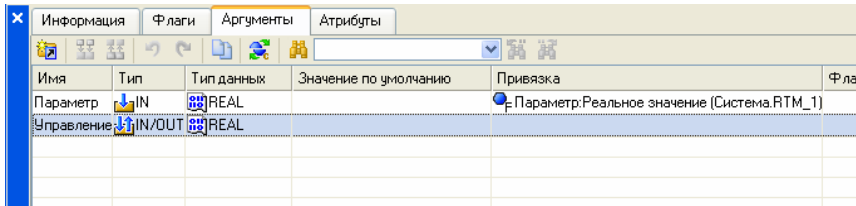
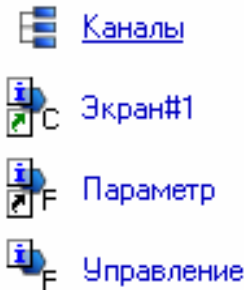


Рисунок 3.8 – Контекстне меню

Вибрати вкладку **Аргументи**, ЛК виділити аргумент **Керування**

і за допомогою ікони  виконати автопобудову каналу. В результаті, у вузлі **RTM_1** буде створений канал з ім'ям **Керування**:



Подвійним натисненням ЛК в полі **Прив'язка** аргументу **Керування** викликати вікно настройки зв'язку, вибрати в ньому атрибут **Вхідне значення** каналу **Керування** і кнопкою **Прив'язка** підтвердити зв'язок аргументу екрану **Керування** з атрибутом **Вхідне значення** каналу **Керування** (рис. 3.9).

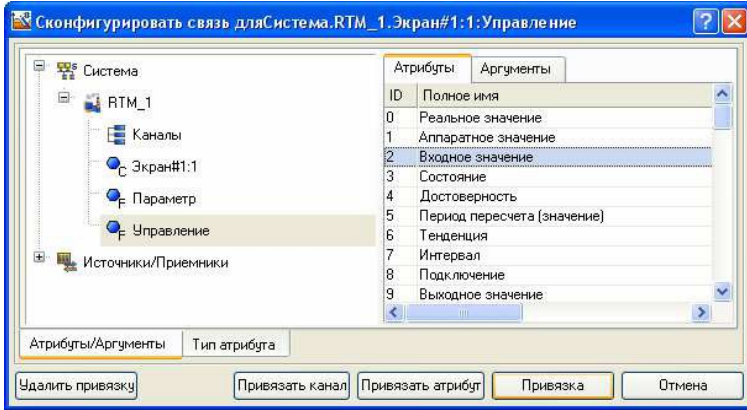


Рисунок 3.9 – Конфігурація зв'язку

Закрити вікно властивостей компоненту **Экран#1**.

8. Розмістити ГЕ Тренд, який необхідний для сумісного перегляду змін значень каналів вузла в часі і відстежування передісторії. У правій частині графічного екрану розмістити ГЕ **Тренд**  для висновку значень **Параметр і Керування**. Основні властивості ГЕ  залишити заданими за умовчанням.

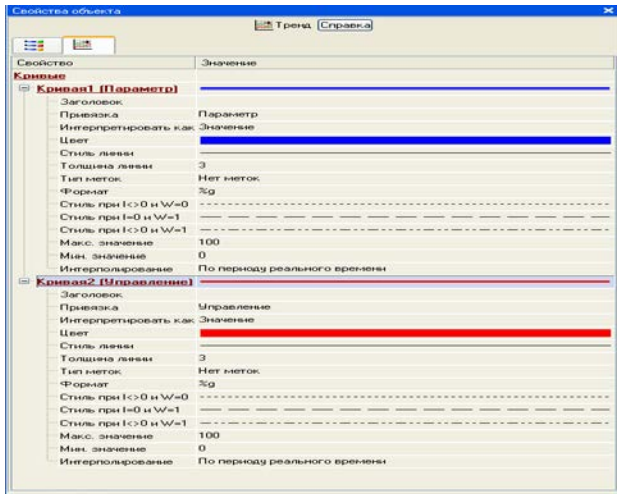


Рисунок 3.10 – Редагування тренду

Перейти у вкладку  і, виділити ЛК рядок **Криві**, за допомогою ПК створити дві нових кривих. Набудувати для них прив'язки до існуючих аргументів, товщину і колір ліній (рис. 3.10). ГЕ Тренд прийме вигляд, як показано на рис. 3.11.

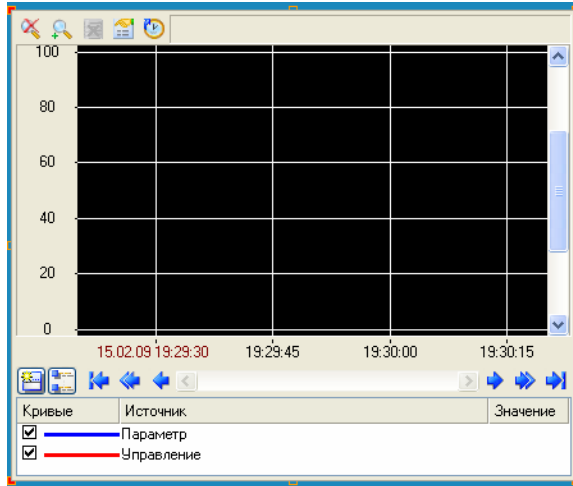


Рисунок 3.11 – Поле для побудови трендів

9. Запуск проекту.

Зберегти проєкт за допомогою ікони .

На інструментальній панелі вибрати ЛК ікону  і підготувати проєкт для запуску у реальному часі.

За допомогою ікони  на інструментальній панелі запустити проєкт на виконання.

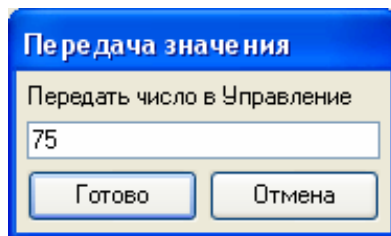


Рисунок 3.12 – Вікно запуску

За допомогою кнопки Керування ввести величину «керуючої дії», наприклад, як показано і спостерігати результат в сусідньому полі і тренді (рис. 3.13).



Рисунок 3.13 – Візуалізація

Після дослідження функції керування проєкту зробити копію вікна для звіту, зупинити профайлер за допомогою ікони  і закрити даний додаток звичайним способом або за допомогою клавішної комбінації **Alt+F4**.

3.3 Контрольні запитання

1. Які властивості, що настраюються, мають графічні елементи?
2. Що таке атрибут ГЕ?
3. Які існують види атрибутів?
4. Що називається динамізацією атрибуту?
5. Що відноситься до динамічних властивостей ГЕ?
6. Для чого призначені функції керування ГЕ?
7. Як задати функції керування ГЕ?
8. Які події приречені для функцій керування ГЕ?
9. Як створити ГЕ Кнопка?
10. Як створити ГЕ Тренд?
11. Для чого призначений ГЕ Тренд?
12. Як створити криві в ГЕ Тренд?
13. Як викликати вікно настройки зв'язку аргументу?

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 ОБРОБКА ДАНИХ В SCADA

Мета роботи: одержати практичні навички роботи з шаблоном програми, редактором мови Техно ST, створення простої програми на мові Техно ST.

Постановка задачі: у розробленій на попередніх лабораторних роботах системі моніторингу за допомогою нового компоненту проєкту – шаблону програми зв'язати два наявні канали операцією складання. Підсумувати реальні значення каналів Параметр і Керування, а результат помістити в новий аргумент екрану Сума (з відображенням на ГЕ Текст і Тренд) без створення додаткового каналу у вузлі проєкту.

4.1 Короткі теоретичні відомості

Будь-яка АСК вимагає математичної обробки даних – як у вимірювальних інформаційних потоках (датчик => УЗО => контролер => операторська станція), так і в керівниках (операторська станція => контролер => виконавчий пристрій).

Для математичної обробки даних в TRACE MODE 6 передбачені наступні засоби:

- внутрішні алгоритми числових каналів;
- програми.

Для розробки програм в IC вбудовані мови Техно ST, Техно SFC, Техно FBD, Техно LD і Техно IL, що є модифікаціями мов ST (Structured Text), SFC (Sequential Function Chart), FBD (Function Block Diagram), LD (Ladder Diagram) і IL (Instruction List) стандарту IEC61131-3. Програми, що розробляються в IC, дозволяють використовувати функції із зовнішніх бібліотек (DLL). Ці засоби забезпечують можливість математичної обробки даних в будь-якій ланці інформаційного потоку.

Програми і деякі їх компоненти (функції, кроки і переходи SFC і т.п.) можуть бути розроблені на будь-якій з вбудованих мов у відповідному редакторі, при цьому мови для програми і її компонентів вибираються незалежно.

Для створення і редагування властивостей аргументів, змінних, функцій і структурних типів програми, а також для використання в

програмі функцій із зовнішніх бібліотек в інтегроване середовище розробки проєкту вбудовані спеціальні табличні редактори.

TRACE MODE 6 має також засоби для відладки програм. Основною мовою програмування TRACE MODE 6 є Техно ST. Програми, розроблені на мовах Техно LD, Техно SFC і Техно FBD, перед компіляцією транслюються в Техно ST. IL-програми перед компіляцією частково транслюються в ST, частково – в асемблер. Звідси слідує, наприклад, що ключові слова Техно ST є такими і для всіх інших мов.

Техно ST орієнтований перш за все на програмістів, він є мовою програмування високого рівня, схожий на Паскаль. У ньому підтримуються масиви (зокрема багатовимірні), контроль перетворення типів, присутні такі конструкції як DO-WHILE, REPEAT-UNTIL, FOR- TO-DO, IF-THEN-ELSE, CASE-OF і інші інтуїтивно зрозумілі будь-якому програмісту оператори. Заголовок програми будується автоматично за списком аргументів, що дозволяє економити час на оформленні програми. Службові слова, мітки, коментарі і числові константи виділяються кольором, як це прийнято в сучасних середовищах розробки, настройки кольорів доступні користувачу.

Для операцій з програмами і групами програм, а також для редагування їх властивостей використовується навігатор проєкту.

Підключення програми до проєкту можливе тільки після її успішної компіляції. Для компіляції програми потрібно виконати одну з наступних дій:

- виконати команду Компілювати з меню Програма (або натиснути клавішу F7) – по цій команді створюється тільки код для відладки програми в ІС. Налаштовувальний код зберігається в піддиректорії, створюваної в директорії %TRACE MODE 6 IDE% \ tmp. Якщо компілятор знаходить помилки, він виводить відповідні повідомлення у вікні, яке в цьому випадку відкривається автоматично. Якщо компіляція пройшла успішно, вікно повідомлень не відкривається;

- виконати експорт проєкту – по цій команді в папці вузла, що містить канал виклику програми, створюється як налаштовувальний, так і виконуваний код. При виявленні помилок в програмі виводиться повідомлення про неможливість її експорту.

Для виконання програми у реальному часі у вузлі повинен бути

створений канал класу CALL з типом виклику Program, налаштований на виклик шаблону програми.

Структура програми відображається у вигляді дерева. Щоб відкрити вікно структури програми, потрібно двічі натиснути ЛК на імені програми в навігаторі проєкту. Структурне дерево включає всі програмні компоненти і використовується для навігації за програмою. При натисненні ЛК на будь-якому елементі дерева автоматично відкривається відповідний редактор. Створений в табличному редакторі компонент (елемент) автоматично додається до структурного дерева.

Мова програмування може бути незалежно заданий для основної програми, функції-блоку, функції і кроку SFC. Мова вибирається в наступному діалоговому вікні, яке автоматично з'являється на екрані при натисненні ЛК на імені щойно створеної програми або її компоненту (для якого мова може бути заданий незалежно) у вікні структури програми. Після вибору мови програма (компонент) відкривається у відповідному редакторі.

Змінити мову можна тільки після видалення тіла програми (компоненту). Для цього потрібно натиснути ЛК на іконі  панелі інструментів у вікні структури програми, після чого діалог вибору мови автоматично з'являється на екрані.

4.2 Порядок виконання роботи

1. Завантаження IC Trace Mode 6.

Відкрити проєкт, розроблений на попередніх лабораторних роботах, за допомогою іконки  (Відкрити існуючий проєкт) або меню **Файл>Открыть**. У діалоговому вікні вибрати диск, теку, файл із збереженим проєктом. У шарі **Система** відкрити вузол **RTM_1** подвійним натисненням ЛК на компоненті RTM_1 (у правому вікні навігатора).

2. Доробка графічного екрану.

Відкрити для редагування вікно графічного екрану подвійним натисненням ЛК на компоненті **Екран#1**. Скопіювати два перших ГЕ «**Значення параметра**» і **Текст** і розмістити їх нижче ГЕ **Кнопка** (рис. 4.1).

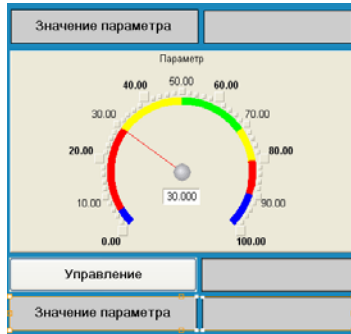


Рисунок 4.1 – Редагування ГЕ

Змінити статичний текст першого ГЕ на **Сума** (рис. 4.2).

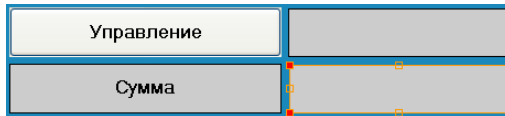


Рисунок 4.2 – Редагування ГЕ

Динаміку другого ГЕ прив'язати до нового аргументу шаблону екрану типа **IN** з ім'ям **Сума**, який потрібно створити в процесі прив'язки (рис. 4.3).

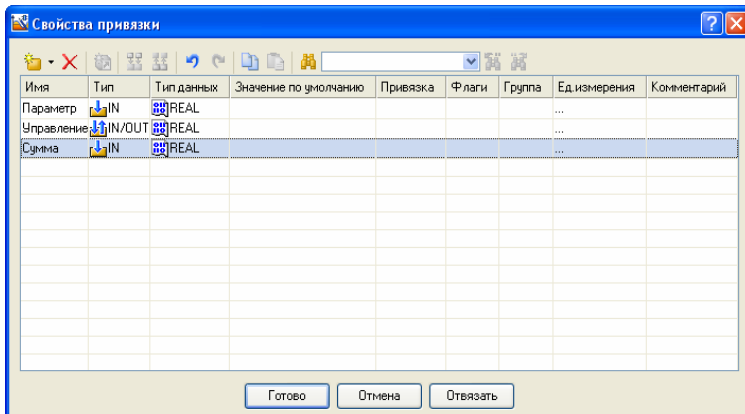


Рисунок 4.3 – Прив'язка до аргументу «Сума»

Додати ще одну криву на тренд з прив'язкою до аргументу **Сума** (рис. 4.4).

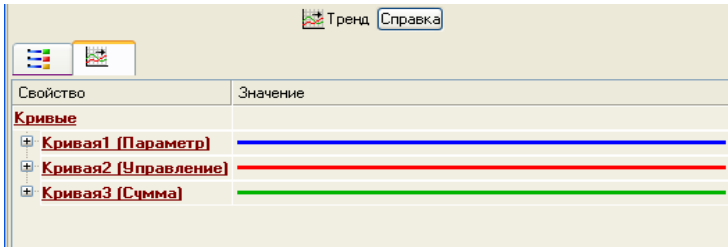


Рисунок 4.4 – Редагування зображення трендів

3. Створення програми на мові Техно ST.

Створити програму, в якій сума двох аргументів, пов'язаних з атрибутами **Реальне значення** каналів **Параметр** і **Керування**, поміщатиметься в третій аргумент з ім'ям **Сума**. Надалі, скористатися можливістю зв'язування аргументів шаблонів для виведення на екран результату роботи програми без створення додаткового каналу.

Подвійним натисненням ЛК відкрити вузол **RTM_1** (рис.4.5).

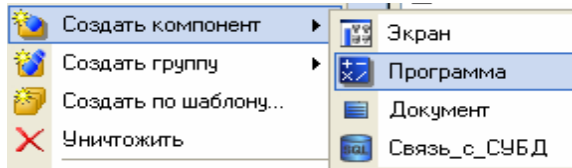


Рисунок 4.5 – Відкриття вікна параметрів

Створити в ньому компонент **Програма**.

Подвійним натисненням ЛК по компоненту **Программа#1** перейти в режим редагування програми (рис. 4.6).

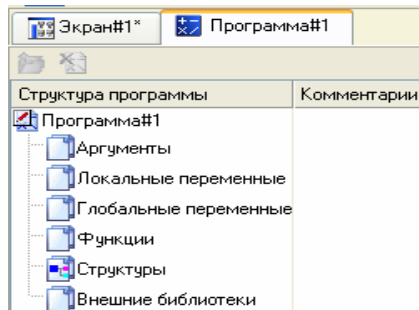
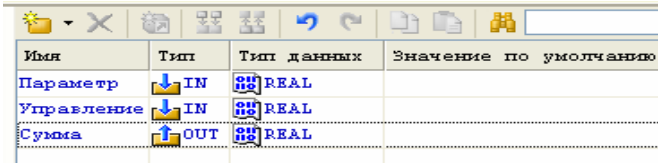


Рисунок 4.6 – Перехід до редагування

Виділенням ЛК в дереві шаблону **Программа#1** рядка **Аргументи** викликати табличний редактор аргументів.

За допомогою ікони  створити в редакторі аргументів три аргументи з іменами **Параметр**, **Керування** і **Сума**. При цьому перші два аргументи повинні бути типу **IN**, а третій – **OUT** (рис.4.7).



Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию
Параметр	IN	REAL	
Управление	IN	REAL	
Сумма	OUT	REAL	

Рисунок 4.7 – Вибір типу аргумента

Виділити ЛК в дереві шаблону рядок **Программа#1** і в діалозі, що відкрився, **Вибір мови** вибрати мову **ST** (рис. 4.8).

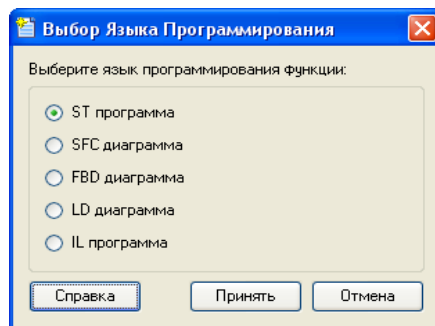


Рисунок 4.8 – Вибір мови програмування

По натисненню екранної кнопки **Прийняти** у вікні редактора програм, що відкрилося, з оголошеними змінними набрати наступний рядок, як показано на рис. 4.9.

```

PROGRAM
VAR_INPUT  Параметр : REAL; END_VAR
VAR_INPUT  Управление : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT Сумма : REAL; END_VAR

Сумма=Параметр+Управление;

END_PROGRAM

```

Рисунок 4.9 – Вікно програмування

За допомогою ікони  (Скомпілювати програму) на інструментальній панелі редактора або натисненням «гарячої клавіші» **F7** скомпілювати програму і переконатися в успішній компіляції у вікні **Виведення** (Output), що викликається з інструментальної панелі за допомогою ікони  (Показати/приховати вікно виведення) (рис. 4.10).

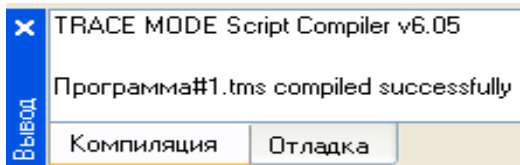


Рисунок 4.10 – Вікно запуску/компіляції

4. Прив'язка аргументів програми.

Виконати прив'язку аргументів програми до атрибутів каналів.

Викликати властивості компоненту **Программа#1** через контекстне меню. Вибрати вкладку **Аргументи**. Подвійним натисненням в полі **Прив'язка** зв'язати аргументи програми з атрибутами каналів – аргумент **Параметр** до реального значення каналу **Параметр**, аргумент **Керування** до реального значення каналу **Керування** (рис. 4.11).

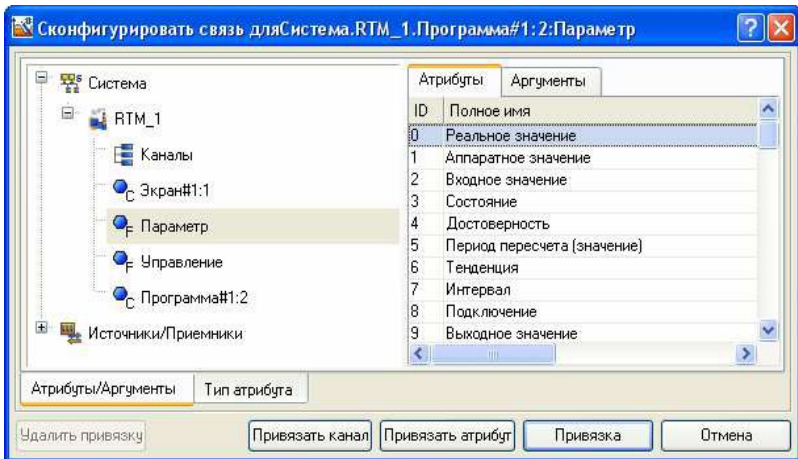


Рисунок 4.11 – Конфігурація зв'язку

Подвійним натисненням в полі **Прив'язка** аргументу програми **Сума** викликати вікно настройки зв'язку, вибрати в лівому вікні канал класу **CALL Экран#1**, а в правому відкрити вкладку **Аргументи** і вказати в ній аргумент **Сума**, потім натисненням ЛК по екранній кнопці **Прив'язка** підтвердити зв'язок (рис. 4.12).

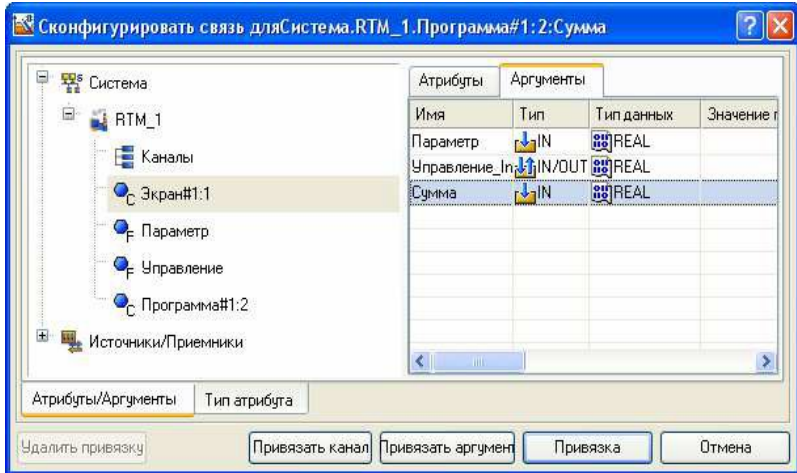


Рисунок 4.12 – Формування/підтвердження зв'язку із аргументами

Результат прив'язки показаний на рис. 4.13.

Информация				
Аргументы				
Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию	Привязка
Параметр_R	IN	REAL		Параметр:Реальное значение (Система.RTM_1)
Управление_R	IN	REAL		Управление:Реальное значение (Система.RTM_1)
Экран_1_1_Сумма	OUT	REAL		Экран#1:1:Сумма (Система.RTM_1)

Рисунок 4.13 – Результат прив'язки

Закрити вікно властивостей компоненту **Программа#1**.

5. Запуск проекта.

Зберегти проект за допомогою ікони .

На інструментальній панелі вибрати ЛК ікону  і підготувати

проект для запуску у реальному часі. За допомогою ікони  на інструментальній панелі запустити режим виконання.

За допомогою кнопки **Керування** ввести величину «керуючої» дії і спостерігати відповідну зміну реального значення каналу **Керування** і результату роботи програми підсумовування (рис.4.14).

Скопіювати одержаний результат роботи програми для звіту, зупинити режим виконання.

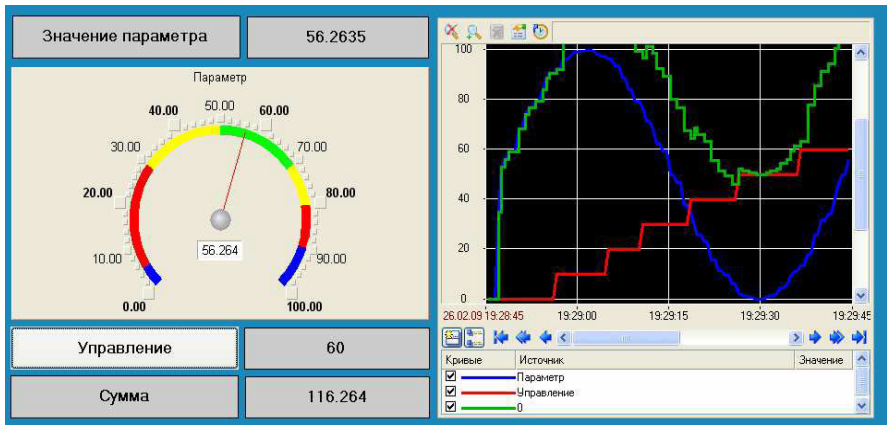


Рисунок 4.14 – Візуалізація проекту

4.3 Контрольні запитання

1. Які мови технологічного програмування використовуються в ІС для розробки програм? Як вибрати мову програмування?
2. Що є мовою Техно ST?
3. Як підключити програму до проекту?
4. Як виконати програму у реальному часі?
5. Чим є структура програми?
6. Як перейти в режим редагування програми?
7. Як скопіювати програму?
8. Як виконати прив'язку аргументів програми до атрибутів каналів?

5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ EASY-SOFT

Мета: ознайомитись та отримати основні навички роботи з програмним середовищем EASY-SOFT.

5.1 Короткі теоретичні відомості

EASY-SOFT – це комп'ютерна програма, яка дозволяє розробляти схеми з'єднань програмованого реле *EASY* [], зберігати, імітувати, документувати і легко переносити до підключеного, придатного до експлуатації пристрою *EASY*. До того ж можна спостерігати за індикацією стану працюючої схеми з'єднань у режимі *on-line*, а також за індикацією параметрів відповідного функціонального реле.

Для ознайомлення, обробки та друку програм надаються на вибір такі види відображень:

- характерне для пристроїв відображення;
- спрощене, яке відповідає відображенню на дисплеї пристрою;
- за стандартами Міжнародної електротехнічної комісії (IEC) із символами контактів і котушок згідно з міжнародними нормами;
- за стандартами Національного інституту стандартизації США (ANSI) згідно з американськими стандартами.

Під час уведення програми для перегляду схеми з'єднань є меню вибору, які полегшують логічні операції. Отже, отримують схему з'єднань способом простого вибору контактів і котушок, функціональних реле або функціональних блоків у вікні **Панелі інструментів**, завдяки яким є можливість перетягнути до вікна схеми з'єднань за допомогою функції *«drag and drop»*.

EASY-SOFT підтримує функції всіх моделей пристроїв і перевірку схеми з'єднань/пристрою. Перед використанням реле управління *EASY-SOFT* виконує, за необхідністю, порівняння *easy*-схем з'єднань з набором функцій обраного пристрою. Отже, надається необхідна допомога у створенні схеми з'єднань і запобігаються

помилки під час перенесення схеми з'єднань до пристрою.

Можливе використання програмного забезпечення також і для введення в експлуатацію. Для цього використовують оффлайн-імітаційний режим з великою кількістю корисних засобів та онлайн-індикацію стану в поєднанні з підключеним і готовим до експлуатації пристроєм.

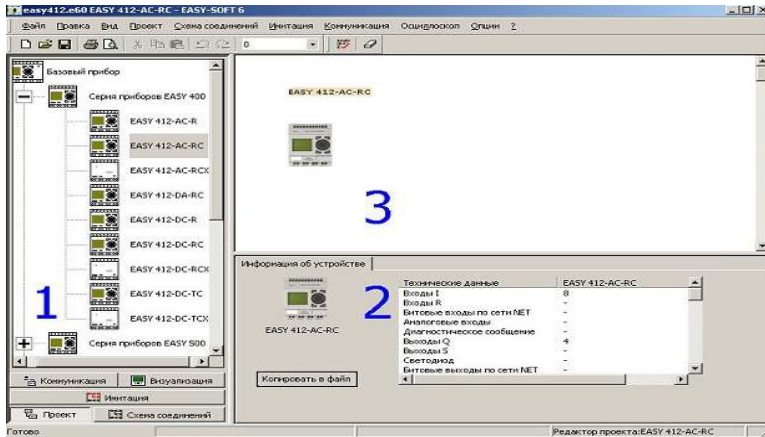
Використання режиму імітації дозволяє проводити налагодження системи без пристрою і його остаточного монтажу. Є можливість покроково або цілком перевірити схему з'єднань, у чому допоможуть імітовані входи, виходи, контрольні точки, характеристики примусових установок та індикації. Далі перевірена схема з'єднань переноситься на пристрій, що з'єднується з ПК за допомогою ПК-кабелю.

Запустивши індикацію станів після під'єднання пристрою до ПК, на екрані відображається поточний стан контактів і котушок схеми з'єднань з індикацією її стану. Натисканням маніпулятором на функціональне реле цієї схеми з'єднань можливо переглянути у зручній формі номінальні значення та параметри функціонального реле.

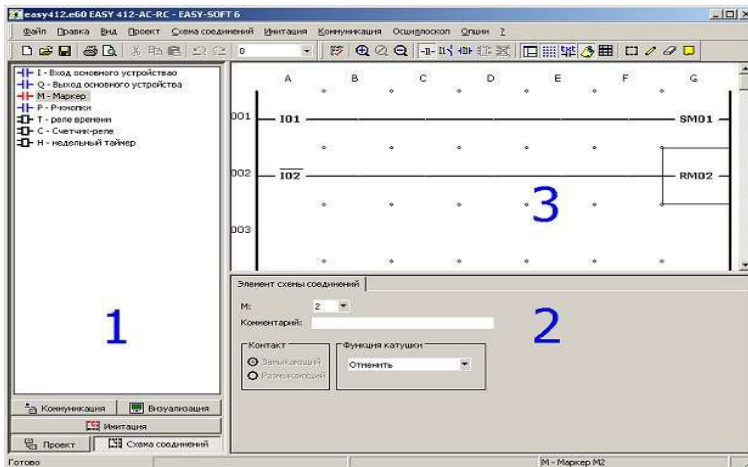
Для створення за допомогою *EASY-SOFT* схеми з'єднань для пристрою *EASY400/600* необхідно попередньо створити проект. Проект являє собою комбінацію з пристрою (наприклад *EASY621-DC-TC*) і належної до нього схеми з'єднань. Запуск нового проекту здійснюється через меню **Файл/Новий**.

Інтерфейс *EASY-SOFT* розділено на три частини. На рис. 5.1 наведено інтерфейс режиму **Проект**, який складається з панелі інструментів (1), панелі властивостей (2), робочого столу (3).

Перш ніж робити розводку схеми з'єднань, необхідно вибрати пристрій з панелі інструментів (1) і перенести на робочий стіл. Вибираємо *EASY 412-AC- RC*. На панелі (2) є опція Інформація по пристрою з переліком усіх властивостей пристрою. Наприклад: кількість входів і виходів пристрою, кількість маркерів, елементи часу і рахунку, що допоможуть у виборі потрібного пристрою для проекту. Видалити непотрібний пристрій можливо за допомогою пункту контекстного меню **Видалити пристрій**.

Рисунок 5.1 – Интерфейс режима *Проект*

Далі з режиму **Проект** переходимо до режиму **Схема з'єднання**. Інтерфейс цього режиму складається також із трьох частин (рис. 5.2): панелі інструментів (1), панелі властивостей (2), робочого столу (3), який у цьому випадку називають вікном схеми з'єднань.

Рисунок 5.2 – Интерфейс режима *Схема з'єднання*

Для формування структури схеми з'єднань (рис. 5.3) будуть потрібними операнди (наприклад входи I, виходи Q, маркери M та ін.).

Доступні операнди відображено на панелі (1) і можуть набувати логічних зв'язків у вікні схем з'єднань (3). Властивості операндів відображено у вікні (2).

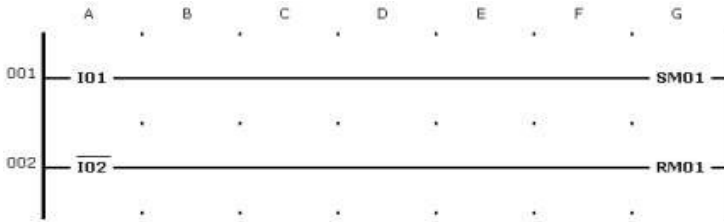


Рисунок 5.3 – Приклад схеми з'єднання

Для тестування схеми з'єднань зі сформованою розводкою необхідно перейти до режиму *Імітація*. Структура розділеного на три частини інтерфейсу *EASY-SOFT* зберігається і в режимі *Імітація* (рис. 5.4).

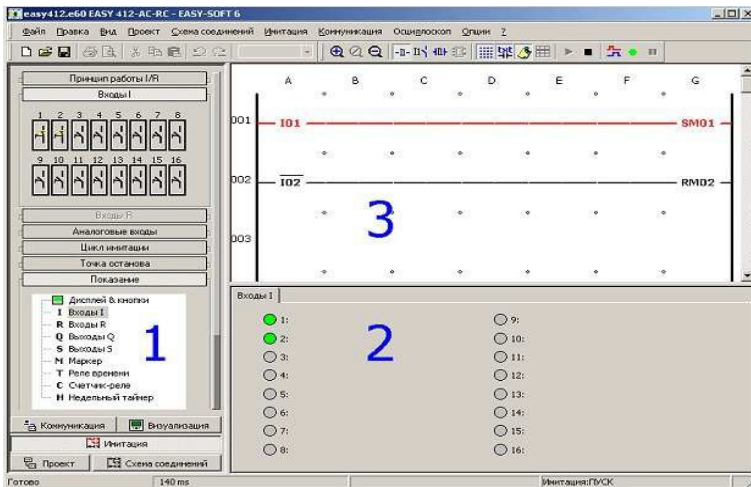


Рисунок 5.4 – Інтерфейс режиму *Імітація*

Тут панель інструментів (1) має в собі імітатори для входів, а також різні діалогові вікна для налаштування панелі імітації. Панель (2) приймає на себе функцію індикатора, на якому можна спостерігати стан схеми. Область схеми з'єднань (3) слугує тільки для показу в часі імітації рядків схеми з'єднання, які знаходяться під напругою.

Під час переходу до режиму Зв'язок *EASY-SOFT* установлює

пряме з'єднання з приладом.

Складається вікно **Комутація** також з трьох частин (рис. 5.5).

Для перенесення програми з комп'ютера до *EASY-SOFT* виконують таке. У робочому полі (1) у підпункті **З'єднання** вибирають **Онлайн**, потім у підпункті **Програма** обирають **РС=>пристрій**, після чого програма переноситься до пристрою.

Запуск програми на виконання можна здійснювати як з комп'ютера кнопками **Пуск** і **Стоп**, так і самим пристроєм.

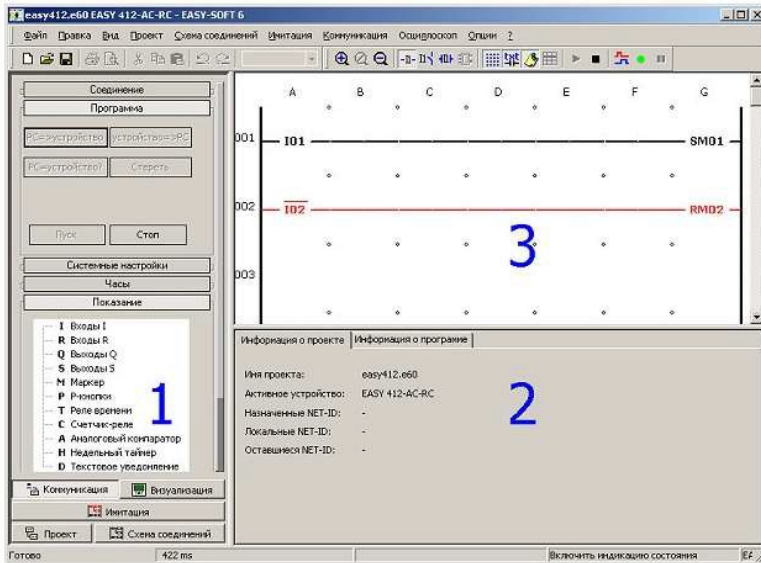


Рисунок 5.5 – Интерфейс режима *Комутація*

Програмне забезпечення ПЛК та програмованих реле розробляється відповідно до стандарту на мовні конструкції (мови програмування ПЛК), визначені у частині 3 стандарту МЕК 61131. Стандартом МЕК 61131 (або ІЕС 61131) запропоновані наступні п'ять мов програмування контролерів:

- 1) мова релейних діаграм LD;
- 2) мова функціональних блоків FBD;
- 3) мова послідовних функціональних схем SFC;
- 4) мова структурованого тексту ST;
- 5) мови інструкцій IL.

5.2 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися із теоретичним матеріалом [1], зокрема викладеним в курсі «Пристрої вимірювальної техніки» [2].
 2. Ознайомитись з теоретичним матеріалом зі створення й редагування схеми з'єднань у середовищі *EASY-SOFT*.
 3. За призначеним викладачем варіантом обрати завдання (табл. 1.1).
 4. Розробити схему з'єднань відповідно до завдання.
- Таблиця 5.1 – Завдання для виконання

№	Умови завдання
1	Побудувати схему, у якій з натисненням І1 один раз вмикається лампочка 1, з натисненням І1 двічі вмикається лампочка 2, з натисненням І1 тричі вмикається лампочка 3. З натисненням І2 усі лампочки вимикаються
2	Побудувати схему, у якій з натисненням І1 лампочка 1 миготить із частотою 1 Гц, з натисненням І2 вмикається лампочка 2 і миготить із частотою 2 Гц, з натисненням І3 вмикається лампочка 3 і миготить із частотою 3 Гц. З натисненням І4 усі лампочки вимикаються
3	Побудувати схему, у якій з натисненням І1 лампочка 1 миготить із частотою 0,5 Гц, з натисненням І2 вмикається лампочка 2 і миготить із частотою 1 Гц, з натисненням І3 вмикається лампочка 3 і миготить із частотою 1,5 Гц. З натисненням І4 всі лампочки вимикаються

5. Навести теоретичні відомості щодо роботи із програмним середовищем.
6. Навести розроблену схему з'єднань.
7. Зробити висновки до роботи.

5.3 Контрольні запитання

1. Чим відрізняються програмовані реле від мікропроцесорів, мікроконтролерів та промислових контролерів / програмованих логічних контролерів, PLC)?
2. Для чого призначена комп'ютерна програма *EASY-SOFT*?
3. На які основні частини розділено інтерфейс програми?
4. У який спосіб запустити програму на виконання?
5. Чи можливо програму складати не лише на ПК?
6. Чи можливо програму редагувати в самому реле?
7. Які мови використовуються при програмуванні реле *EASY*?

6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

ПОБУДОВА ІВС НА БАЗІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РЕЛЕ

Мета: ознайомитись та отримати основні навички роботи з інтелектуальним реле **EASY-E4-DC-12RC1**.

6.1 Короткі теоретичні відомості

Серія easyFamily використовується для побудови ІВС та є узгодженою універсальною системою від реле керування easyRelay і багатофункціонального дисплея MFD-Titan до реле керування безпеки easySafety і компактного ПЛК easyControl (рис. 6.1).

В основі пристроїв лежить загальний принцип, і, в залежності від модифікації, вони розраховані на вирішення завдань керування різної складності. Пристрої easyFamily функціональні і прості в експлуатації. Завдяки своїй багатофункціональності, вони є оптимальним рішенням для використання в багатьох областях застосування (промисловість, автоматизація будівель, торгівля та ін.).



Рисунок 6.1 – Пристрої серії easyFamily

Основу лабораторного стенда складає електронне реле керування easyE4 **EASY-E4-DC-12RC1** (розширюваний, Ethernet), яке живиться від джерела 24 В пост. струму (DC).

Реле (рис.6.2) має вісім цифрових входів з них чотири можна використати як аналогові. Виходи є транзисторними. Габарити 71,5 x 90 x 58. Має монохромний дисплей 6х16, годинник реального часу, клавіатуру тощо. Програмне забезпечення: EASYSOFT-SWLIC/easySoft 7.



Рисунок 6.2 – Зовнішній вид **EASY-E4-DC-12RC1**

Схему з'єднань **EASY-E4-DC-12RC1** зображено на рис.6.3.

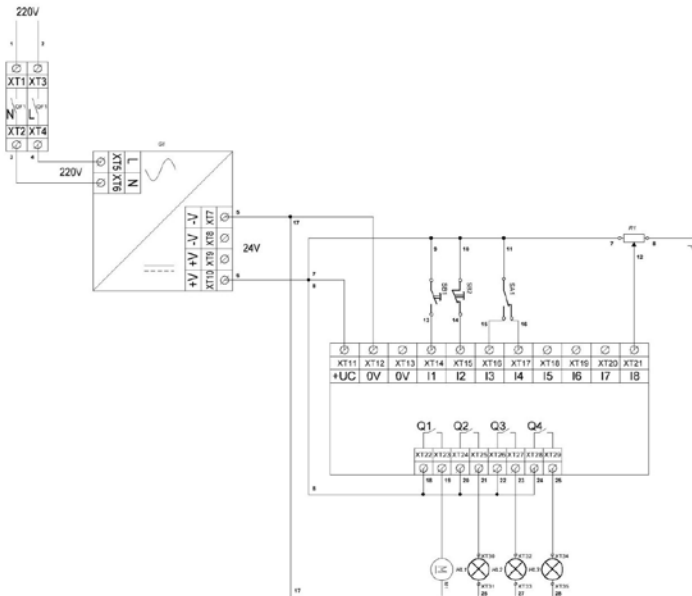


Рисунок 6.3 – Схема з'єднань лабораторного стенду

Стенд на основі реле EASY-E4-DC-12RC1 (внутрішня частина) зображено на рис.6.4.



Рисунок 6.4 – Фотографія лабораторного стенду (без корпусу)

Основні складові стенду та їх характеристики:

Система індикації: прилади світлової сигналізації (*HL 1-3*) (верхній рядок на рис.6.5).

Органи управління: зображені на рис.6.5: 2 кнопки, нормально відкрита та нормально замкнута (*SB1* і *SB2* відповідно, другий рядок на рис.6.5), двохпозиційний перемикач *SA1* (третій рядок рис. 6.3) та аттенуатор (внизу стенда), який пов'язаний із потенціометром *R1* рис. 6.3, використовується для зміни вихідної напруги/струму, що можна використати для САК нагрівання, керування двигунами постійного струму тощо.



Рисунок 6.5 – Фотографія лабораторного стенду (зовнішня сторона корпусу)

Вторинне джерело живлення (ВДЖ): блок живлення для промавтоматики MEAN WELL HDR-100-24N, його параметри представлені в табл. 6.1, функціональна схема – на рисунку 6.6.

Таблиця 6.1 – Основні характеристики MEAN WELL HDR-100-24N

Параметр	Значення
Тип блоку живлення	імпульсний
Вхідна напруга (AC)	85...264 В
Вихідна потужність (ном)	100.8 В
Вихідна напруга	24 В (DC)
Вихідний струм 1 каналу	0...4.2 А
ККД	90%
Тип стабілізації	по напрузі
Типи захисту	КЗ, перенавантаження, перенапруга
Робоча температура	-30...+70°C
Конструктивне виконання	на DIN рейку
Клас захисту	IP20

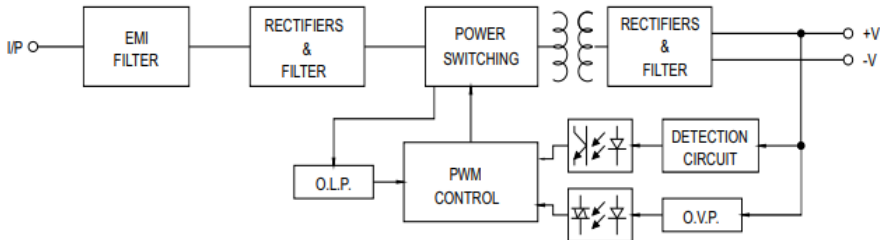


Рисунок 6.6 – Функціональна схема ВДЖ MEAN WELL HDR-100-24N

Система захисту: автоматичний вимикач ЕТІ ЕТІМАТ 10 С4.

Таблиця 6.2 – Характеристики вимикача ЕТІ ЕТІМАТ 10 С4

Параметр	Значення
Номинальні напруга та струм	230 В/ 4 А
Граничний струм відключення	10 кА
Клас струмообмеження	3
Кількість полюсів	2
Часо-струмова характеристика	C
Механічний / електричний ресурси	20 / 10 тис. циклів
Робоча температура	-25...+50°C

Побудуємо САК, де об'єктом керування є електропічка. Муфельна лабораторна електропіч МП-2УМ призначена для термічної обробки металів, прожарювання зразків, випалу, відпалу, неагресивних матеріалів та інших робіт в стаціонарних лабораторіях при температурі до 1000°C .

Схема системи керування електропіччю зображена на рис.6.7.

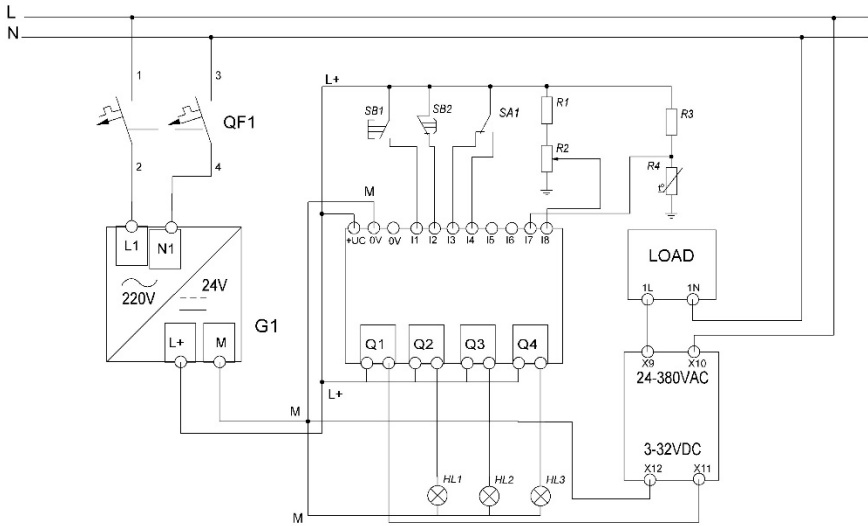


Рисунок 6.7 – Схема з'єднань лабораторного стенду з МП-2УМ

На схемі (рис.6.7) можна побачити два діляники напруги, де: R2 – змінний резистор, що може використовуватися для налаштування нагріву; R4 – термістор, що має від'ємний температурний коефіцієнт і використовується для вимірювання температури; R1 і R3 – балансуєчі резистори.

Електропіч зображена на схемі, як «LOAD» (з англ. «Навантаження»), під'єднана до виходу реле «Q1» за допомогою твердотільного реле SSR-40DA. Твердотільне реле має в своєму складі оптопару з симісторним виходом та детектор нуля (рис.6.8), що дає змогу безпечно та ефективно керувати нагрівом печі.

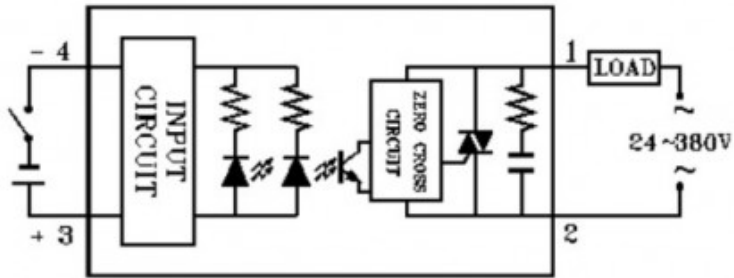


Рисунок 6.8 – Схема твердотільного реле SSR-40DA

Програмна частина керування електропідігрівом

В базових пристроях easyE4 передбачені 32 аналогових компаратора, A01-A32. Аналогові компаратори можуть використовуватися для порівняння аналогових входних значень з контрольним значенням. Доступні такі варіанти порівняння:

- вхід функціонального блоку I1 більше, дорівнює або менше входу функціонального блоку I2;
- застосування коефіцієнтів F1 і F2 в якості входів дозволяє посилювати і налаштовувати значення входів функціональних блоків ($I1 = F1 * \text{значення}$; $I2 = F2 * \text{значення}$);
- вхід функціонального блоку OS може використовуватися в якості зсуву ($I1_{OS} = OS + \text{фактичне значення на I1}$);
- вхід функціонального блоку HY використовується при позитивному і негативному комутаційному гістерезисі входу I2 ($I2_{HY} = \text{фактичне значення на I2} + HY$; $I2_{HY} = \text{фактичне значення на I2} - I2_{HY}$).

Для керування нагрівом МП-2УМ треба порівнювати аналогові значення сигналів на вході I8 і I7, а потім здійснювати перемикання при досягненні заданих порогових значень.

Приклад використання аналогового компаратора зображено на рис.6.9.

Крім входних порівняльних значень обов'язковим є вхід «EN», що активує функціональний блок компаратора. На виході «Q1» перемикається, якщо виконується умова обраного режиму

порівняння, а «СУ» є додатковим виходом, що «шунтує» вихід «Q1» у випадку виходу за діапазон значень функціонального блоку.

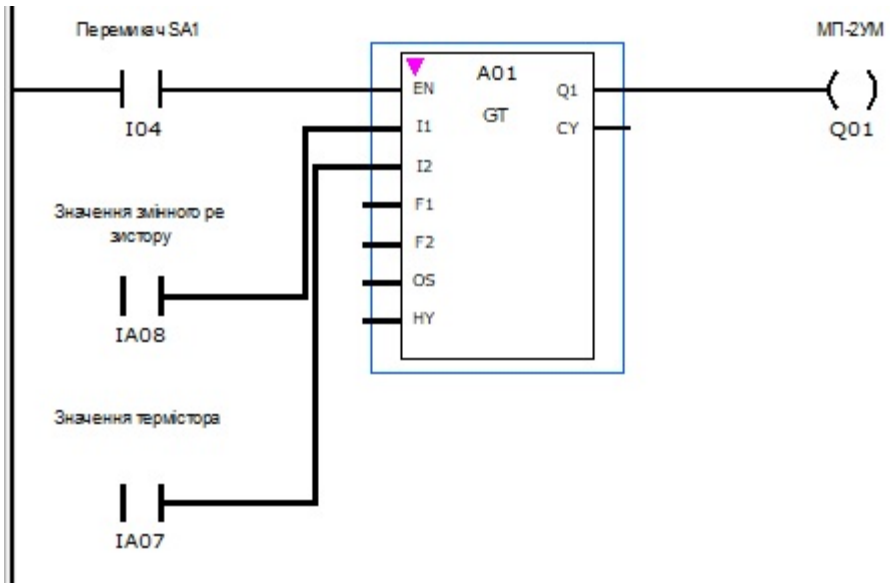


Рисунок 6.9 – Використання аналогового компаратора для нагріву МП-2УМ

6.2 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися із стендом, його елементами керування та індикації.
2. Розробити функціональну схему стенду аналогічно до функціональної схеми (рис. 6.5), визначити інформаційні зв'язки.
3. Увімкніть стенд (спочатку в мережу, потім автоматом), записати (сфотографувати) те, що відображається на екрані реле.
4. Скласти в редакторі EasySoft програму керування індикаторами. В завданні від викладача задається набір кнопок керування та кількість натискання на них.
5. Завантажити програму, запустити на реалізацію/тестування.
6. Сформулювати на екрані повідомлення, повторити експеримент.

7. Визначте, що повинна робити керована система (об'єкт управління), цілі управління та інші додаткові функції, послідовність виконуваних операцій виконавчих механізмів з прив'язкою до часу і до стану датчиків і пристроїв управління.
8. Складіть програму на одній з мов програмування ПЛК, яка реалізує задану послідовність операцій, їх взаємозв'язок і відпрацьовує можливі аварійні ситуації.
9. Перевірте програму на синтаксичні помилки і виправте їх.
10. Запишіть програму і всі необхідні робочі параметри в контролер.
11. Після того як система управління буде повністю зібрана, перевірте програму в реальному процесі управління і, якщо необхідно, проведіть більш точне налаштування.

6.3 Контрольні запитання

1. Чим відрізняються програмовані реле від мікропроцесорів, мікроконтролерів та промислових контролерів / програмованих логічних контролерів, PLC)?
2. Для чого призначена комп'ютерна програма EASY-SOFT?
3. Алгоритм запуску програми на виконання?
4. Екстраполуйте можливості стенду для керування процесом нагрівання (дайте концепцію роботи).
5. Екстраполуйте можливості стенду для керування двигуном постійного струму (дайте концепцію роботи).
6. Екстраполуйте можливості реле для керування вимірювальним комплексом (розробити концепцію, зобразити структурну схему).
7. Екстраполуйте можливості реле для керування технологічним процесом із виводом поточної інформації на SCADA.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: Підручник / В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. – 496 с.
2. **Паламар, Михайло.** Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. [Текст] / Михайло Паламар, Михайло Стрембіцький, Андрій Паламар; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 150 с.
3. Математичне моделювання технологічних об'єктів керування: Навч. Посібник / Й.І. Стенцель. – К.: ІСДО, 1993. – 328 с.
4. SCADA/HMI software: TRACE MODE 6 IDE. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://test-automatyka.pl/?page_id=272&lang=en
5. Методичні вказівки до виконання самостійних робіт та до підготовки модульного контролю з дисципліни «Пристрої інформаційно-вимірювальної техніки» для студентів спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» денної та заочної форм навчання Частина 1 / Укл.: О.В. Василенко, Н.А. Смирнова – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 90 с.
6. Методичні вказівки до виконання самостійних робіт та до підготовки модульного контролю з дисципліни «Пристрої інформаційно-вимірювальної техніки» для студентів спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» денної та заочної форм навчання Частина 2 / Укл.: О.В. Василенко, Н.А. Смирнова – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 81 с.
7. Moeller: электрооборудование и средства автоматизации Moeller, Украина. – К.: 2020.– [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://www.moeller.com.ua>.
8. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Моделювання мікро- та наноелектронних систем» для студентів спеціальностей 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» та 153 – «Мікро- та наносистемна техніка» денної і заочної форм навчання / Укл.: О.В. Василенко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 65 с.