

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного
господарства
Кафедра автоматизації, електротехнічних та
комп'ютерно-інтегрованих технологій

04-03-441М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Програмні засоби систем управління»
(Частина 1)

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно- інтегровані
технології та робототехніка» спеціальності
174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з якості ННІ ЕАВГ
Протокол № 6 від 28.01.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Програмні засоби систем управління» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» денної та заочної форм навчання. Частина 1 [Електронне видання] / Подвишенний В. С. – Рівне : НУВГП, 2025. – 36 с.

Укладач: Подвишенний В. С., старший викладач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Відповідальний за випуск: Древецький В. В., д.т.н., професор, завідувач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Керівник групи забезпечення спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»: Христюк А. О., к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

© В. С. Подвишенний, 2025

© НУВГП, 2025

Зміст

Вступ	4
Лабораторна робота №1. Ознайомлення з середовищем VISU+EXPRESS та створення базового HMI-проекту	5
Лабораторна робота №2. Створення HMI у VISU+ EXPRESS для моніторингу параметрів процесу	13
Лабораторна робота №3. Побудова SCADA-проекту у VISU+ EXPRESS для контролю виробничого процесу	25
Список рекомендованої літератури	36

Вступ

Лабораторні роботи з навчальної дисципліни «Програмні засоби систем управління» дають змогу на практиці вивчити підходи й прийоми створення систем автоматизації на базі SCADA-системи програмного пакету VISU+ EXPRESS. Студенти зможуть навчитись налаштовувати й програмувати інтерфейси користувача, взаємодіяти з промисловими контролерами та забезпечувати моніторинг і керування технологічними процесами. Передумовою вивчення дисципліни є наявність ґрунтовних знань з дисциплін «Мікропроцесорна техніка та програмування мікроконтролерів», «Основи автоматизації та систем керування».

У лабораторних роботах розглянуто:

- створення і налаштування проєктів у SCADA-системі VISU+ EXPRESS;
- побудову інтерфейсів оператора для моніторингу й керування процесами;
- конфігурування зв'язку між SCADA-системою та промисловими контролерами за допомогою протоколів Modbus і OPC;
- роботу з трендами та архівацію даних процесу;
- налаштування системи оповіщення про аварійні ситуації;
- візуалізацію та аналіз даних, отриманих від технологічного обладнання;
- створення симуляційних моделей для тестування SCADA-системи.

Ця дисципліна дозволяє студентам отримати навички роботи з сучасними засобами автоматизації, що є ключовими для проєктування ефективних систем керування у промисловості.

Лабораторна робота №1. Ознайомлення з середовищем VISU+ EXPRESS та створення базового HMI-проекту

Мета роботи: ознайомитися з інтерфейсом та основними можливостями програмного середовища VISU+ EXPRESS, а також набути практичних навичок створення базового HMI-проекту для моніторингу та керування технологічним процесом.

Теоретичні відомості

1.1.Способи реалізації людино-машинного інтерфейсу

Більшість систем управління технологічними процесами є автоматизованими, що означає, що вони потребують участі людини в управлінні. Це зумовлено кількома факторами. По-перше, не завжди можливо створити алгоритм управління, який би забезпечував повну автоматизацію системи. Причини цього можуть полягати в недостатній інформації про стан об'єкта управління або в появі непередбачуваних ситуацій, з якими не може впоратися наявна автоматизована система. Більш того, навіть для традиційних завдань автоматичного регулювання, таких як стабілізація, програмування та слідкування, а також для завдань дискретного управління періодичними процесами, де вже існують надійні алгоритми, виникає потреба в корекції їх роботи.

Отже, важливо встановити зв'язок, який дозволяє людині контролювати стан процесу та системи, а також забезпечує можливість втручання в управлінський процес. Це передбачає необхідність інтеграції людино-машинного інтерфейсу (HMI – Human-Machine Interface) у систему управління. У даному контексті термін “машина” охоплює всю сукупність технічних засобів, які беруть участь у вимірюванні, контролі, сигналізації та управлінні, тоді як “людина” означає оператора-технолога, що безпосередньо залучений до управлінських процесів. Таким чином, людина є активним учасником управлінського процесу, що робить її невід'ємною частиною автоматизованої системи керування технологічними процесами (АСКТП). Саме вона несе відповідальність за прийняття ключових рішень у процесі управління. Людино-машинний інтерфейс виступає складовою частиною автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора.

На відміну від традиційного візуального контролю та безпосереднього управління регулюючими елементами, в АСКТП інформація, яку отримує людина, а також ручне управління здійснюються опосередковано через засоби людино-машинного інтерфейсу, обчислювальні пристрої різного рівня складності (наприклад, програмовані логічні контролери), виконавчі механізми та датчики (див. рис. 1.1). Цей процес отримав назву супервізорного управління.

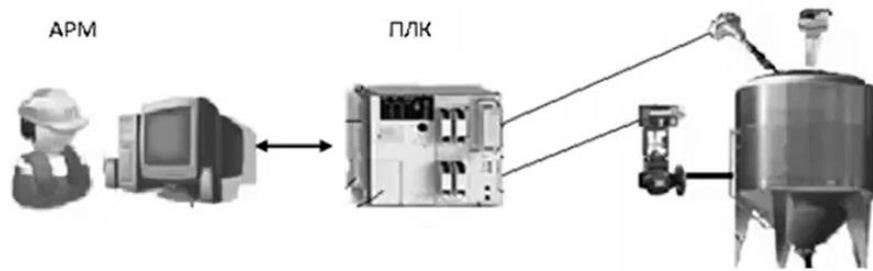


Рис. 1.1. Супервізорне керування об'єктом

Для невеликих процесів людино-машинний інтерфейс може бути реалізований за допомогою кнопок, перемикачів та різноманітних індикаторів. Однак більшість технічних процесів вимагають значної кількості індикаторів і елементів ручного управління, а також різних типів реєстраторів і елементів сигналізації. У цьому випадку для реалізації людино-машинного інтерфейсу використовуються панелі оператора (також звані операційними панелями). Це невеликі мікропроцесорні пристрої з текстовим або графічним дисплеєм для відображення інформації та елементами керування, такими як кнопки та/або сенсорні екрани. Лицьова частина таких панелей захищена від пилу, бруду та вологи, що дозволяє оператору контролювати процес безпосередньо на об'єкті. Для захисту решти панелі панель поміщається в спеціальний екран.

У випадку великих АСУ ТП панель оператора не передбачає функцій управління всім процесом, запису великої кількості параметрів або зв'язку з іншими системами управління технологічними процесами або виробництвом. Ці функції може виконувати людино-машинний інтерфейс, побудований на комп'ютері зі спеціальним програмним забезпеченням. На виробництві такі автоматизовані робочі місця операторів зазвичай розташовуються в спеціально обладнаних диспетчерських, які захищають комп'ютери від шкідливого впливу виробничих умов і дозволяють операторам працювати в нормальному режимі. У диспетчерських також використовуються настінні екрани для управління об'єктами з великими обсягами інформації, іноді в поєднанні з пультами управління або панелями управління.

Для реалізації людино-машинного інтерфейсу необхідно забезпечити двонаправлений обмін даними. Це означає, що інформація про стан технічного обладнання та значення технічних параметрів збирається, а команди оператора надсилаються у зворотному напрямку. При створенні складних автоматизованих систем управління технологічними процесами на базі програмованих контролерів, цими процесами займається SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition - диспетчерський контроль і збір даних). Це означає, що конфігурація робочої станції складається як мінімум з двох компонентів: SCADA: збір даних і управління; HMI: реалізація людино-машинного інтерфейсу. В АСУ ТП на основі DCS (розподіленої системи управління) як управління процесом в реальному часі, так і візуалізація виконуються тільки за допомогою

концептуальної бази даних процесу. Таким чином, функціональність SCADA не є окремою, але процес створення людино-машинного інтерфейсу в значній мірі однаковий.

1.2. Інструменти для розробки автоматизованих робочих місць

Програмне забезпечення для комп'ютерів робочих місць може бути створене на основі універсальних середовищ і мов програмування. Такий підхід дозволяє створювати системи з будь-якою функціональністю відповідно до вимог замовника, але має деякі недоліки. По-перше, розробка проекту займає багато часу і вимагає залучення фахівців з комп'ютерного програмування. По-друге, налагодження таких проектів займає багато часу, а помилки в роботі програмного забезпечення часто виникають протягом усього життєвого циклу системи. По-третє, такі програми важко підтримувати та модифікувати, оскільки це вимагає постійного контакту з людьми-розробниками.

Альтернативою вищезгаданим підходам є використання спеціалізованого програмного забезпечення. Це значно спрощує розробку прикладного програмного забезпечення для реалізації АРМ різного призначення. Таке інструментальне програмне забезпечення відноситься до класу SCADA/HMI. Основний принцип розробки з використанням цих інструментів - «конфігурація замість програмування», що значно скорочує витрати часу і зменшує ймовірність помилок, оскільки функціональність основних частин робочої станції менше залежить від виробничих специфікацій. Програмні пакети для розробки комп'ютерних робочих місць часто називають «програмним забезпеченням SCADA» або скорочено «SCADA», а для панелей оператора - «програмним забезпеченням HMI» або «HMI». Далі ми використовуємо загальний термін SCADA/HMI додатки, щоб об'єднати ці поняття: у світі існують сотні компаній, які активно розробляють і продають програмне забезпечення SCADA/HMI.

Слід розрізняти програмне забезпечення SCADA/HMI, що працює на автоматизованій робочій станції оператора, та набір програмних засобів, призначених для розробки такого прикладного програмного забезпечення (рис. 1.2). Середовище розробки (Design-Time) використовується на етапі створення системи і включає в себе ряд різних редакторів. Як правило, програма виконується тільки на комп'ютері розробника (так званій інженерній робочій станції). Середовище виконання містить всі виконавчі підсистеми для реалізації функцій, розроблених виробником SCADA/HMI. Воно використовується для виконання і запуску проектів, створених на комп'ютері автоматизованого робочого місця, в м'якому режимі реального часу. Важливо, щоб підприємство мало власне середовище виконання проектів.

Результатом розробки є набір пов'язаних файлів, який називається проектом. Подібно до середовищ розробки та виконання більшості SCADA/HMI, існує дві версії проекту (див. Рисунок 1.2): вихідний проект (в якому дані проекту зберігаються в

редагованому форматі) та скомпільований проект (який містить код, що може бути інтерпретований в середовищі виконання проекту і не може бути відредагований людиною).



Рис. 1.2. Порядок створення, компіляції та виконання проекту

Для запуску автоматизованої системи в робочому режимі потрібне лише середовище виконання та попередньо скомпільований проект. Однак, якщо в майбутньому планується внесення змін до проекту, підприємство повинно домовитися з розробником про те, що буде передано і вихідний проект.

Слід зазначити, що середовище виконання для ПК ліцензується на платній основі, залежно від функціональності та кількості змінних процесу, що беруть участь у контролі та управлінні. Середовище виконання для операторської панелі вже вбудоване і входить у вартість обладнання. Середовища розробки можуть бути платними або безкоштовними, в залежності від фінансової політики виробника SCADA/HMI; поширеним явищем, але не правилом, є поділ SCADA/HMI на два середовища. Багато продуктів підтримують різні режими роботи в одному середовищі. Деякі з них засновані на WEB-технології, де середовище виконання - це, по суті, WEB-сервер (серверна частина) і браузер (клієнтська частина).

1.3. Функціональні можливості середовищ виконання SCADA/HMI

Більшість програм SCADA/HMI має типовий набір функціональних можливостей для реалізації завдань АРМів:

- збирання інформації про контрольовані технологічні параметри (даних реального часу) з контролерів та засобів віддаленого введення/виведення;

- графічне представлення стану технологічного процесу і устаткування в зручній для сприйняття формі у вигляді мнемосхем;
- вторинне оброблення інформації (масштабування, обмеження вводу, перевірка коректності тощо);
- приймання команд оператора і передача їх на контролер, або засіб віддаленого виведення;
- збереження даних реального часу в архівах даних і графічне представлення історичної інформації в зручній для сприйняття формі у вигляді графіків, гістограм тощо;
- сповіщення експлуатаційного і обслуговуючого персоналу про виявлені аварійні події в технологічному процесі і програмно-апаратних засобах;
- фіксація в електронних журналах виникнення аварійних подій у контрольованому технологічному процесі та дій експлуатаційного персоналу;
- формування звітів на основі архівної інформації, тривоги та даних реального часу;
- обмін інформацією з автоматизованими системами керування виробництвом та підприємством у складі інтегрованих систем керування;
- виконання певної логіки оброблення даних з використанням вбудованих мов, наприклад, VBA;
- захист від несанкціонованого доступу до компонентів і файлів;
- формування, записування, читання та збереження даних у вигляді рецептів;
- створення оперативних календарних планів керування устаткуванням.

1.4. Розгляд програмного середовища VISU+ EXPRESS



Рис. 1.3. VISU+ EXPRESS

Програмне середовище VISU+ EXPRESS (Рис. 1.3) є інструментом для створення систем управління та моніторингу технологічних процесів. Воно використовується для розробки базових HMI (Human-Machine Interface) проєктів, які дозволяють здійснювати взаємодію між оператором і технічним обладнанням. VISU+ EXPRESS є спрощеною версією повного програмного пакету VISU+ і орієнтоване на невеликі системи автоматизації.

VISU+ EXPRESS дозволяє створювати графічні інтерфейси для:

- Відображення стану технологічного обладнання.
- Моніторингу параметрів процесу в реальному часі.
- Керування пристроями та обладнанням через графічний інтерфейс.
- Реєстрації й архівації даних для подальшого аналізу.

Це середовище широко використовується в промислових і навчальних цілях для ознайомлення із сучасними методами автоматизації. Особливості та функціональні можливості:

1. Інтуїтивний інтерфейс
VISU+ EXPRESS має зрозумілий графічний редактор, який дозволяє швидко створювати HMI-проекти за допомогою шаблонів і бібліотек графічних компонентів (кнопки, індикатори, графіки тощо).
2. Підтримка стандартних протоколів
Середовище підтримує промислові стандарти зв'язку, такі як Modbus TCP та OPC, що дозволяє взаємодіяти з контролерами та іншими пристроями автоматизації.
3. Система сигналізації (Alarm Management)
Інструмент дозволяє налаштовувати та відображати сповіщення про аварійні ситуації або зміни в параметрах процесу.
4. Робота з даними
VISU+ EXPRESS підтримує функції:
 - Побудови графіків і трендів для аналізу змін параметрів.
 - Збереження даних у файлах для подальшої обробки.
5. Симуляція проектів
Середовище надає можливість запуску створених проектів у симуляційному режимі для тестування без реального підключення до обладнання.
6. Гнучкість у налаштуванні
Інструмент дозволяє налаштовувати взаємодію між елементами HMI та фізичними змінними контролера через змінні проекту (tags).

Основні компоненти середовища VISU+ EXPRESS:

1. Редактор проекту
Використовується для створення нових HMI-додатків, налаштування інтерфейсу та прив'язки змінних до об'єктів.
2. Система змінних (Tags)
Змінні використовуються для обміну даними між HMI та підключеним обладнанням.
3. Графічні компоненти
Набір інструментів для створення кнопок, перемикачів, індикаторів, трендів, графіків та інших елементів інтерфейсу.
4. Інструмент сигналізації
Забезпечує налаштування аварійних повідомлень і їх візуалізацію у вигляді списків або індикаторів.

5. Візуалізація даних
Дозволяє створювати тренди та графічні елементи для відображення поточних і історичних даних.

Переваги використання VISU+ EXPRESS:

- Легкість у використанні завдяки зрозумілому інтерфейсу.
- Можливість швидкого налаштування HMI-додатків.
- Підтримка стандартів промислового зв'язку.
- Можливість симуляції та тестування проєктів без підключення до обладнання.

VISU+ EXPRESS є ефективним інструментом для початкового освоєння принципів побудови SCADA/HMI-систем. У рамках лабораторної роботи студенти ознайомляться з базовими функціями середовища та створять простий HMI-проєкт, що включає графічні елементи керування, моніторинг змінних і базову візуалізацію даних.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомлення із середовищем VISU+ EXPRESS
 - 1) Запустити програму VISU+ EXPRESS.
 - 2) Вивчити основні елементи інтерфейсу:
 - Головне меню.
 - Панель інструментів.
 - Робочу область для створення проєкту.
 - Панелі "Properties", "Tags", "Alarms".
2. Створення нового HMI-проєкту
 - 1) У головному меню вибрати опцію "Create New Project".
 - 2) Вказати:
 - Назву проєкту.
 - Локацію для збереження.
 - Тип симуляції (якщо немає доступу до реального обладнання).
3. Налаштування змінних (Tags)
 - 1) Перейти до вкладки "Tags" та створити змінні, що моделюють параметри процесу:
 - Temperature (Температура): тип даних Float.
 - Pressure (Тиск): тип даних Integer.
 - Start_Button (Кнопка пуск): тип даних Boolean.
 - 2) Задати значення за замовчуванням для змінних.
4. Додавання графічних елементів
 - 1) На головному робочому екрані створити графічний інтерфейс, використовуючи:
 - Text Display (Текстові поля) для відображення температури та тиску.
 - Button (Кнопка) для запуску процесу (зв'язати з Start_Button).
 - Gauge (Графічний індикатор) для візуалізації температури.

- Trend (Графік) для відображення історичних даних температури.
5. Налаштування сигналів тривоги (Alarms)
 - 1) Перейти до вкладки "Alarms".
 - 2) Створити новий сигнал тривоги для змінної Temperature:
 - Умову: Temperature > 100.
 - Повідомлення: "Температура перевищує допустиме значення!".
 - Колір індикації: червоний.
 6. Симуляція та тестування проєкту
 - 1) Запустити симуляцію HMI-проєкту:
 - Вибрати "Run Simulation" у головному меню.
 - 2) Перевірити, як змінюються дані на графіках та індикаторах.
 - 3) Випробувати роботу кнопки запуску процесу.
 - 4) Переконатися, що сигнал тривоги активується при перевищенні температури.
 7. Зробити звіт про виконання лабораторної роботи

Контрольні запитання

1. Що таке людино-машинний інтерфейс (HMI) і яку роль він відіграє в процесі автоматизації?
2. Які технічні засоби можуть бути використані для реалізації людино-машинних інтерфейсів і в яких випадках вони застосовуються?
3. Що таке нештатні ситуації і чому автоматизація стикається з труднощами при прийнятті рішень в таких ситуаціях?
4. У чому полягає сутність диспетчерського управління і яке обладнання задіяне в цьому процесі?
5. Що таке SCADA-система і чим вона відрізняється від HMI?
6. Які підходи використовуються для розробки програмного забезпечення для автоматизованих робочих місць (АРМ) операторів?
7. Чим відрізняється середовище розробки від середовища виконання SCADA/HMI і що потрібно для роботи АРМ оператора?

Лабораторна робота №2. Створення HMI у VISU+ EXPRESS для моніторингу параметрів процесу

Мета роботи: навчитися створювати людино-машинний інтерфейс (HMI) у середовищі VISU+ EXPRESS для моніторингу параметрів технологічного процесу, забезпечення інтерактивної візуалізації даних, а також ознайомитися з основними функціями та інструментами програмного забезпечення для створення графічних інтерфейсів користувача.

Теоретичні відомості

2.1. Загальний вигляд графічного HMI

HMI (Human-Machine Interface, людино-машинний інтерфейс) — це засіб взаємодії між оператором (людиною) і машиною, обладнанням або автоматизованою системою. HMI забезпечує візуалізацію даних, моніторинг і контроль технологічних процесів. Основна мета HMI — зробити взаємодію людини з машиною максимально інтуїтивною, зручною та ефективною.

Функції HMI:

- Відображення поточних параметрів процесу (температура, тиск, швидкість тощо).
- Графічне представлення стану системи (графіки, діаграми, анімації).
- Надання можливості операторам вносити зміни до роботи системи через введення даних або натискання кнопок.
- Оповіщення про критичні стани або помилки в системі (аларми).
- Збір, запис та аналіз історичних даних для оптимізації процесів.

Загальний вигляд графічного людино-машинного інтерфейсу (HMI) багато в чому залежить від характеру процесу, стандарту, прийнятого для побудови системи автоматизації (компанія, галузь) та індивідуальних потреб замовника (технічні фахівці, технічний персонал тощо). Сучасний стан справ в області HMI на сьогоднішній день відображено в стандарті ISA-101. Розглянемо найбільш типові підходи до створення HMI на прикладах.

Графічна підсистема АРМ оператора має багатовіконний інтерфейс і можливість відображення у вікнах дисплея технологічної, трендової, аварійної та іншої службової інформації. Оскільки вся доступна інформація не може вміститися в одному вікні, одночасно відображається тільки один екран процесу. Такі екрани можуть називатися по-різному в залежності від термінології, що використовується для обраної SCADA/HMI, наприклад, сторінка, екран або вид. Екрани, призначені для відображення технічних процесів або їх частин, часто називають мімічними діаграмами (mimic diagram, mimic, mneponic) або екранами процесів. На рисунку 2.1 наведено приклад загальної схеми екрану, на якому показано більшість мнемонічних схем процесів.

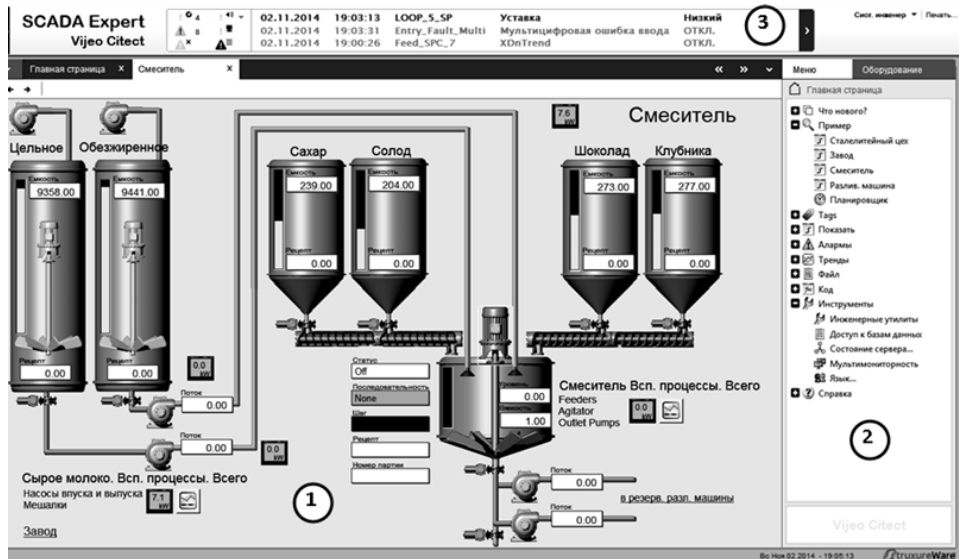


Рис. 2.1. Приклад загального вигляду дисплея людино-машинного інтерфейсу: 1 – дисплеяна мнемосхема процесу; 2 – панель(меню) доступу до інших сторінок та команд; 3 – вікно відображення активних тривог та подій.

Цей спрощений дисплей установки показує значення параметрів процесу в певний момент часу та інформує оператора про стан цієї частини процесу. Щоб побачити інші частини процесу, оператор повинен відкрити окремий екран, наприклад, через панель керування, меню або інші елементи керування. Таким чином, оператор може детально переглянути будь-яку частину процесу за допомогою меню та навігаційних панелей.

Слід зазначити, що сучасні підходи використовують дещо інший спосіб поділу графічного інтерфейсу на функціональні частини процесу. Замість перемикання між сторінками, змінюється відображення однієї і тієї ж сторінки на панелі (рис. 2.2). Таким чином, той самий тип інформації відображається в тому самому місці на сторінці, але контекст змінюється.

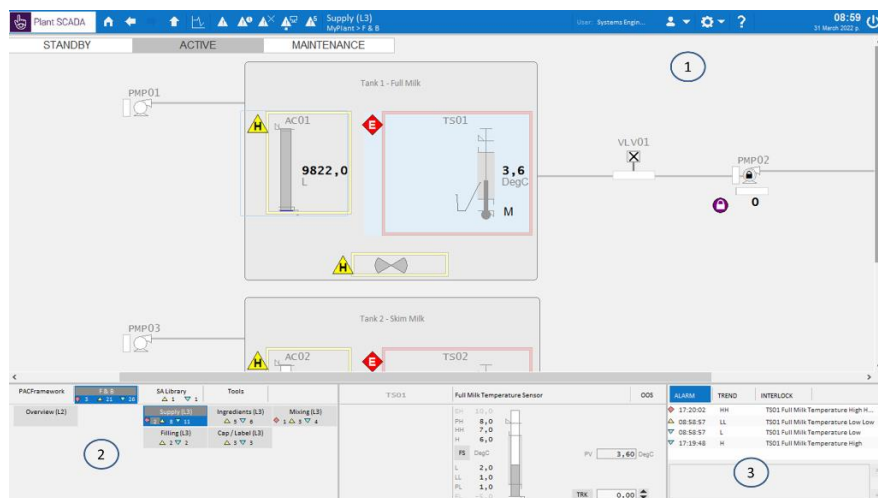


Рис. 2.2. Приклад загального вигляду дисплея людино-машинного інтерфейсу (SCADA Citect SA): 1 – дисплеяна мнемосхема процесу; 2 – панель(меню) доступу до інших

сторінок та команд; 3 – вікно відображення активних тривог та подій для виділеного обладнання.

Спливаючі вікна також використовуються для введення дій, відображення більш детальної інформації або тимчасового відображення більшої кількості параметрів. Спливаюче вікно відкривається над головним вікном, тому воно не блокує відображення вмісту головного вікна. Альтернативою є заповнення частин одного екрану відповідно до обраного компонента.

Кількість екранів процесу зазвичай не обмежується системою, але оператор не завжди може перемикатися між ними і реагувати на зміни в системі. Тому в більшості випадків графічна підсистема має одну основну мнемосхему, що відображає найбільш загальну інформацію про весь процес. Крім того, всі параметри процесу, які вимагають розширеного контролю з боку оператора, повинні контролюватися підсистемою сигналізації (наприклад, якщо значення змінних виходять за межі аварійної сигналізації). Графічна підсистема повинна бути спроектована таким чином, щоб відображені аварійні сигнали відразу привертати увагу оператора. Останні тривоги зазвичай відображаються у вигляді фіксованого вікна активних тривог (див. Рисунок 2.1) або у вигляді окремих підсвічених елементів, що вказують на наявність ненормальних станів у системі. Крім того, кількість активних тривог може відображатися в будь-який час, і можна перейти на відповідну сторінку, щоб отримати доступ до самого сповіщення.

У загальному графічний людино-машинний інтерфейс реалізується через:

- елементи відображення, які надають операторові інформацію про стан змінних процесу;
- елементи введення, що надають можливість впливати на процес шляхом зміни значень змінних або відправки команд.

Часто функції відображення та введення комбінуються в одному елементі. Далі розглянемо детальніше способи відображення та введення, а також типові елементи, які використовуються для цього.

2.2. Способи та елементи відображення стану процесу

Інформація про значення параметрів процесу повинна бути надана таким чином, щоб оператор міг швидко визначити загальний стан процесу. Для цього, окрім відображення значень у текстовому вигляді, можна використовувати різні типи змін, особливо у властивостях графічних об'єктів:

- кольору;
- тексту;
- видимості;
- вигляду зображення;
- геометричних розмірів;

- заповнення;
- позиції на екрані;
- кута повороту.

Зміну властивостей графічного елемента у відповідь на значення змінної часто називають анімацією.

Кольорова анімація використовується для позначення змінних процесу, станів обладнання та машин. Яскраві червоний і жовтий кольори часто використовуються для позначення аварійних і передаварійних станів відповідно, тоді як всі інші кольори використовуються для уточнення діапазону нормальних станів. В останні роки передові агентства з розвитку рекомендують використовувати білий і чорний кольори, а також відтінки сірого. Інші кольори рекомендується використовувати для підкреслення стану елементів, які потребують особливої уваги, або для розрізнення елементів (наприклад, різні рідинні трубопроводи, графіки трендів).

Два кольори можна використовувати для позначення стану дискретних змінних (наприклад, увімкнено/вимкнено). Наприклад, зелений колір може позначати стан «увімкнено», а сірий - «вимкнено». Згідно з останніми дослідженнями, найкраще використовувати чорно-білу кольорову схему, в даному випадку білий та темно-сірий, як показано на Рисунку 2.3. 2.3 У всіх випадках призначення кольору має бути заздалегідь узгоджене між розробником і клієнтом.



Рис. 2.3. Приклад зображення стану дискретної змінної: 1– клапан відкритий; 2 – клапан закритий; 3 – насос увімкнений; 4 – насос вимкнений

Стан аналогової змінної можна також відобразити за допомогою зміни кольору елемента або його частини. У цьому випадку колір може вказувати на діапазон, в якому знаходиться значення змінної (рис. 2.4). Таким чином оператор може швидко з'ясувати, чи знаходиться змінна в нормальному діапазоні або в якому технологічному режимі перебуває установка. Зауважте, що згідно з останніми дослідженнями, метод відображення числових змінних, як показано на рисунку 2.4, не є найкращим, і нижче розглядаються запропоновані методи відображення.

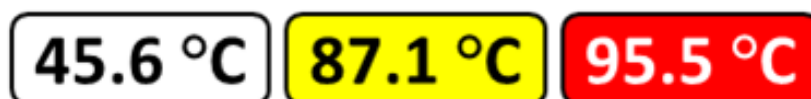


Рис.2.4. Приклад зображення різного стану аналогової змінної шляхом зміни кольору фону та тексту

Стан циклічного процесу також може бути позначений різними кольорами або відтінками. Наприклад, такі стани, як «СТАРТ», «СТОП», «БЛОКУВАННЯ» і «ПАУЗА» можуть бути показані на одному і тому ж елементі з підсвічуванням різного кольору. Крім того, активні кроки (стадії) процесу можуть відображатися як яскраві елементи на діаграмі станів. Наприклад, на рисунку 2.5 показано діаграму станів з чотирма резервуарами, де активні етапи видно з першого погляду.

T1	Стоп	Набір	Дозуван	Нагріван	Витримка	Переміш	Злив
T2	Стоп	Набір	Дозуван	Нагріван	Витримка	Переміш	Злив
T3	Стоп	Набір	Дозуван	Нагріван	Витримка	Переміш	Злив
T4	Стоп	Набір	Дозуван	Нагріван	Витримка	Переміш	Злив

Рис.2.5. Приклад зображення активних кроків (етапів)

Часто миготливе світло використовується в поєднанні з кольорами та текстом. Цей тип анімації в першу чергу призначений для того, щоб привернути увагу оператора до події, яка сталася і вимагає реакції з боку оператора. Миготливі індикатори часто використовуються в підсистемах сигналізації, де оператор повинен підтвердити, що він побачив сигнал тривоги, наприклад, натиснувши кнопку. Таким чином, миготіння може тривати доти, доки оператор не зверне увагу і не підтвердить тривогу.

Зміна видимості елемента може використовуватися для різних функцій. Наприклад, на рисунку 2.6(2) форма руки вказує на ручний (дистанційний) режим роботи клапана; на рисунку 2.6(4) вигляд трикутника з символом «W» вказує на наявність попереджувального сигналу, пов'язаного з цим насосом; на рисунку 2.6(5) вигляд руки вказує на ручний (дистанційний) режим роботи клапана; на рисунку 2.6(6) вигляд руки вказує на ручний (дистанційний) режим роботи клапана. Крім того, функція видимості може бути використана лише для відображення елементів, які використовуються в даний момент.



Рис.2.6. Приклад зображення стану устаткування шляхом зміни видимості

Одним з найбільш наочних способів представлення аналогових величин є відображення ступеня заповнення фігури у відсотках (заповнення). На рисунку 2.7 показано кілька прикладів заповнення як індикатора заповнення рівнів і трубопроводів у колекції. Слід зазначити, що, згідно з останніми дослідженнями, не рекомендується використовувати анімацію рівнів у цьому форматі, про що буде сказано нижче.

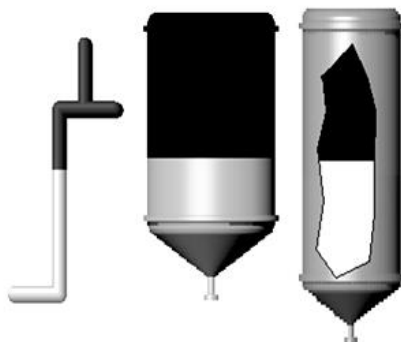


Рис.2.7. Приклади використання вертикальної заливки

Заливка інтуїтивно підходить для відображення рівнів (ступеня заповнення), тоді як анімація заповнення використовується для будь-якої аналогової змінної процесу. В принципі, для цього в інструментах SCADA/HMI доступні стандартні елементи, які зазвичай називають гістограмами або гістограмами. На рисунку 2.8 показано приклад гістограми, яка, окрім самої гістограми, відображає шкалу вимірювання, а також межі аварійних сигналів і попереджень, щоб оператор міг бачити, в якому діапазоні знаходяться поточні значення. Гістограма також може змінювати колір заливки стовпчиків залежно від значення і показувати потрібне значення величини.

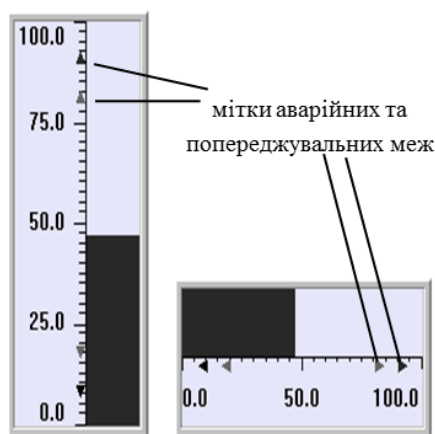


Рис.2.8. Стовпчикові діаграми (гістограми): ліворуч – вертикальні; праворуч – горизонтальні

Окрім гістограм, для відображення значень аналогових величин можна також використовувати кругові діаграми. Наприклад, кругова діаграма на рисунку 2.9 показує швидкість потоку речовини. Вона також може показувати ступінь відкриття регулюючого клапана. На рисунку 2.9 кругова діаграма під фільтром F3 показує, скільки часу минуло з моменту початку роботи фільтра відносно встановленого часу.

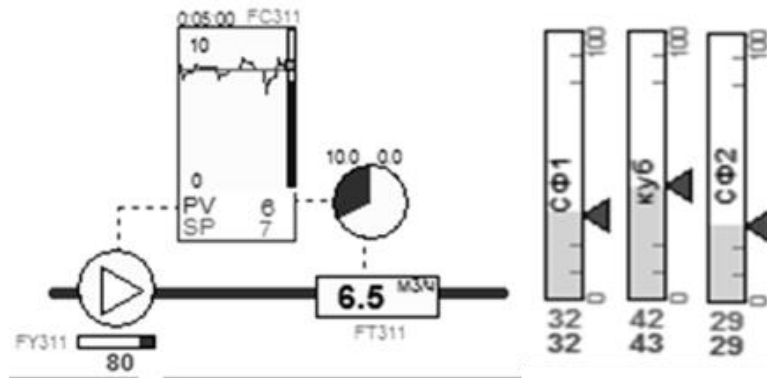


Рис.2.9. Фрагмент мнемосхеми з різними типами діаграм

Як виміряні значення, так і уставки (задані або бажані значення) можна відобразити за допомогою анімації, яка рухається по вертикалі або горизонталі. Наприклад, на рисунку 2.9 (праворуч) показано гістограму з уставками (позначені трикутними стрілками). Анімація обертання (зміна кута повороту) часто використовується в поєднанні зі стрілочними індикаторами (рис. 2.10). Цей тип графічних елементів є інтуїтивно зрозумілим для оператора, і інформація від нього швидко сприймається. У поєднанні з кольоровою анімацією процес сприйняття покращується.

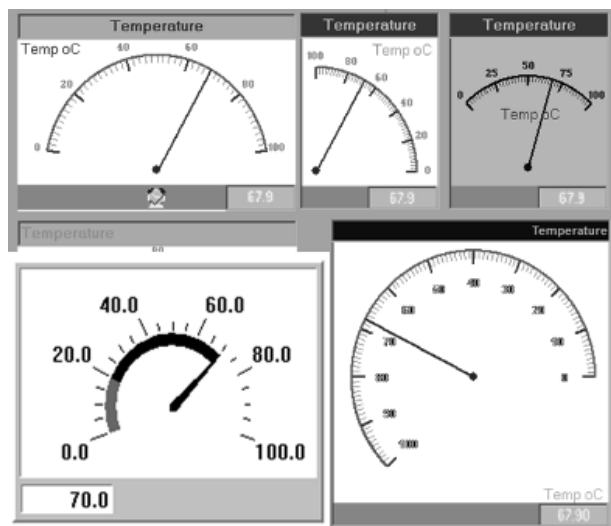


Рис.2.10. Стрілочні індикатори

Також анімація руху використовується для того, щоб показати залежність однієї змінної від іншої та розподіл (градієнт) параметрів у просторі. Наприклад, на рисунку 2.11 значення температури колони на контрольній тарілці показані у вигляді точок, розміщених на горизонтальній лінії. З'єднавши ці точки, можна показати градієнт розподілу температури по висоті колони. Цей метод, разом з кольоровою анімацією, дозволяє з першого погляду побачити стан колони.

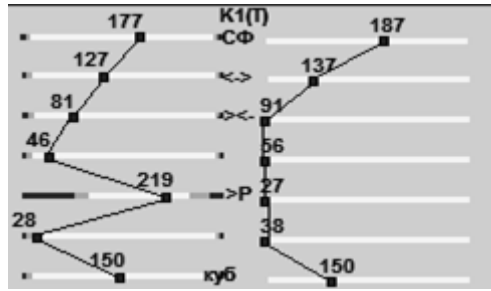


Рис. 2.11. Приклад відображення градієнта температур по висоті колон

Реєстратори, також відомі як тренди в реальному часі, використовуються для відображення тенденцій у значеннях змінних процесу. Наприклад, на мнемосхемі на рисунку 2.12 реєстратор показує оператору поведінку тиску, оскільки раптове підвищення тиску може свідчити про засмічення фільтруючого матеріалу. При цьому слід зазначити, що абсолютне значення тиску не настільки важливе, як його зміна в часі. Також на рисунку 2.9 реєстратор показує тенденцію відхилення фактичної швидкості потоку від заданого значення, що є набагато інформативнішим, ніж просто коливання значень.

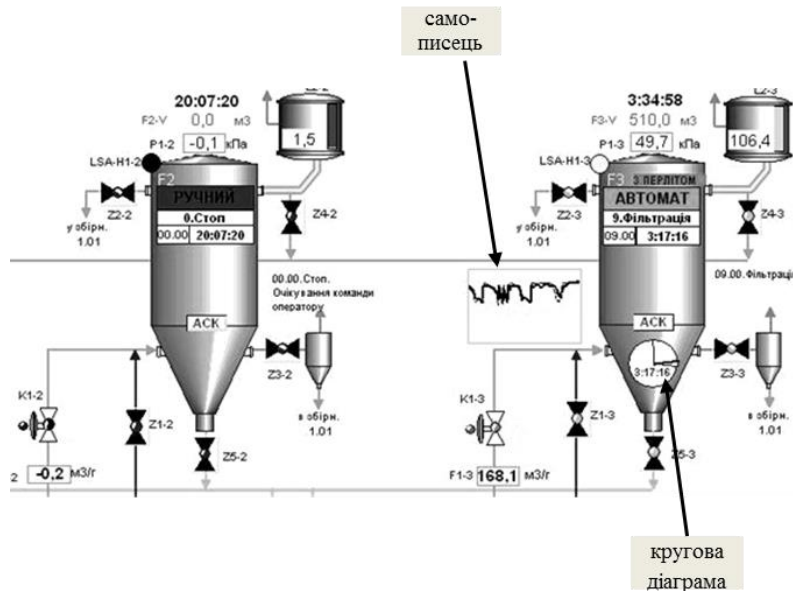


Рис.2.12. Приклад мнемосхеми з використанням самописців і кругової діаграми

Крім того, на мнемосхемі на рисунку 2.12 використовується функція видимості. Це пов'язано з тим, що реєстратор і кругова діаграма видимі лише для працюючого фільтра.

Як видно з рисунка 2.13, самописець зазвичай використовується у вікні конфігурації контролера. Сучасні програми SCADA/HMI дозволяють контролювати активність мультимедійного контенту, такого як фільми, звук або різні типи анімованих GIF-файлів, Flash тощо, в залежності від значень змінних. Однак цими інструментами не слід зловживати. Адже надмірне використання цих інструментів лише погіршує процес сприйняття інформації та правильної оцінки умов процесу.

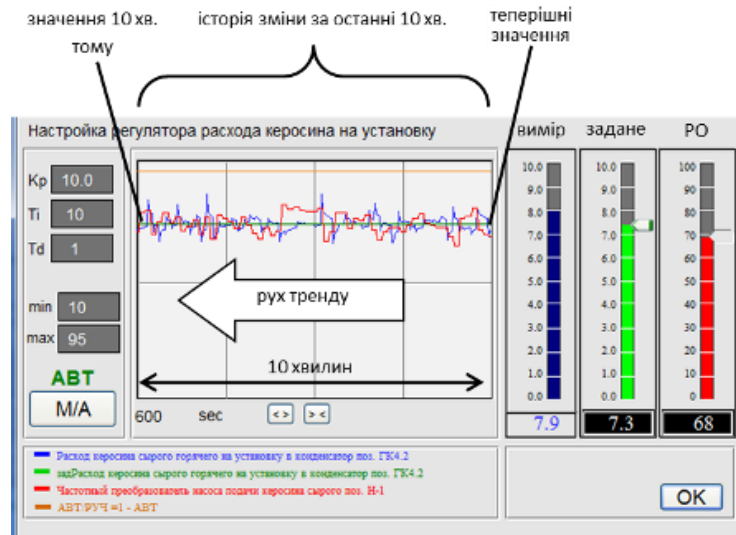


Рис.2.13. Приклад використання самописця

2.3. Створення HMI в середовищі VISU+ EXPRESS

VISU+ EXPRESS — це програмне середовище для створення HMI-додатків, розроблене для візуалізації промислових процесів. Воно забезпечує створення графічних інтерфейсів для моніторингу та керування технологічними системами. Це безкоштовна версія VISU+, яка має обмежений, але функціональний набір інструментів, достатній для базових завдань автоматизації.

Ключові можливості VISU+ EXPRESS:

1. Створення графічних екранів: дозволяє створювати інтерактивні елементи, такі як кнопки, індикатори, текстові поля та графіки.
2. Робота з динамічними елементами: дозволяє налаштовувати зміну властивостей елементів у реальному часі залежно від значень параметрів процесу.
3. Підтримка стандартів зв'язку: програмне забезпечення підтримує промислові протоколи, зокрема OPC (OLE for Process Control).
4. Тренди та історія: забезпечує відображення змін параметрів у вигляді графіків та зберігання історичних даних.
5. Система алармів: дозволяє налаштовувати оповіщення про аварійні стани або помилки у системі.
6. Мультиплатформеність: можливість запуску проектів на панелях оператора або ПК.

VISU+ EXPRESS є простим у використанні інструментом для створення HMI-додатків, що забезпечує надійний моніторинг та контроль промислових процесів.

Основні компоненти HMI-додатків

1. Графічні елементи:

- Кнопки: дозволяють взаємодіяти з системою (включення/вимкнення обладнання, зміна параметрів).

- Індикатори: візуалізують стан процесу (наприклад, лампи, що змінюють колір).
 - Текстові поля: використовуються для відображення або введення числових чи текстових даних.
 - Графіки та діаграми: показують динаміку зміни параметрів у часі.
2. Анімації: дозволяють динамічно змінювати стан елементів інтерфейсу в залежності від даних (наприклад, переміщення об'єктів, зміна кольору).
 3. Система алармів:
 - Налаштовуються для виведення попереджень про критичні стани (звукові сигнали, візуальні сповіщення).
 - Включають журнали тривоги для аналізу проблем у системі.
 4. Тренди:
 - Відображають зміну параметрів процесу у вигляді графіків у реальному часі.
 - Зберігають історичні дані для подальшого аналізу.
 5. Механізм зв'язку з PLC:
 - HMI отримує дані про стан процесу від програмованих логічних контролерів (PLC).
 - Для цього використовуються стандартизовані протоколи зв'язку, зокрема OPC.

Основні етапи створення HMI-додатку в VISU+ EXPRESS

1. Створення нового проекту:
 - Визначення розмірів екрану та параметрів відображення.
 - Підключення джерела даних (PLC або інше обладнання).
2. Розробка графічного інтерфейсу:
 - Розміщення елементів інтерфейсу (кнопок, індикаторів, графіків).
 - Налаштування властивостей кожного елемента (розмір, колір, функції).
3. Налаштування зв'язку:
 - Визначення змінних для обміну даними між HMI та обладнанням.
 - Встановлення протоколу зв'язку (наприклад, OPC DA або UA).
4. Додавання динамічних елементів:
 - Налаштування анімацій і логіки для відображення змін параметрів у реальному часі.
5. Тестування:
 - Симуляція роботи HMI-додатку з реальними або віртуальними даними.
 - Перевірка коректності відображення інформації та роботи елементів керування.
6. Запуск проекту:
 - Завантаження HMI-додатку на цільовий пристрій (операторська панель або ПК).
 - Використання у реальних умовах для моніторингу та управління.

Протоколи зв'язку в HMI

Для передачі даних між HMI та обладнанням використовуються спеціалізовані промислові протоколи. Найбільш поширеним є OPC (OLE for Process Control), який дозволяє забезпечити стандартизований зв'язок між різними пристроями.

Типи OPC:

1. OPC DA (Data Access): передача даних у реальному часі.
2. OPC HDA (Historical Data Access): доступ до історичних даних.
3. OPC UA (Unified Architecture): сучасний протокол, який підтримує передачу даних через мережу Інтернет із високим рівнем безпеки.

Переваги використання HMI в автоматизації

- Підвищення ефективності моніторингу та керування процесами.
- Зменшення кількості помилок оператора завдяки інтуїтивному інтерфейсу.
- Оперативне реагування на аварійні ситуації.
- Можливість збору та аналізу даних для оптимізації виробничих процесів.

Створення HMI-додатків у VISU+ EXPRESS дозволяє реалізувати візуалізацію та контроль технологічних процесів з використанням сучасних технологій, що забезпечує зручність і надійність роботи систем автоматизації.

Порядок виконання роботи

1. Розширення проєкту

- Відкрити проєкт, створений у попередній лабораторній роботі.
- Перевірити коректність налаштувань змінних (Tags) і графічних елементів.
- Створити новий робочий екран (Screen) для додавання додаткового функціоналу.

2. Додавання елементів для розширеного моніторингу

На новому екрані додати:

- Bar Graph (Стовпчиковий графік) для відображення рівня тиску (Pressure).
- Digital Input Field (Цифрове поле вводу) для ручного введення значення змінної Temperature.
- Multistate Indicator (Індикатор стану) для відображення стану системи (залежно від значення змінної Start_Button).

Налаштувати зв'язок кожного елемента зі змінними, створеними раніше у вкладці "Tags".

3. Додавання функцій управління процесом

Додати нову кнопку Stop_Button для зупинки процесу:

- Створити змінну Stop_Button (тип Boolean).
 - Налаштувати дію кнопки для змінення значення змінної на True при натисканні.
- Налаштувати логіку для автоматичного обнулення змінної Start_Button при активації Stop_Button.

4. Додавання функції збереження даних

У розділі "Logging" налаштувати збереження даних змінних Temperature та Pressure:

- Вказати інтервал запису даних (наприклад, кожні 5 секунд).
 - Задати локацію для збереження файлу логів (наприклад, .csv).
- Налаштувати кнопку для ручного експорту логів у заданий файл.

5. Налаштування додаткових подій та сигналів

Додати сигнал тривоги для змінної Pressure:

- Умова: Pressure > 200.

- Повідомлення: "Тиск перевищує допустимий рівень!".
- Колір індикації: жовтий.

Додати автоматичну подію для сигналу Temperature:

- При перевищенні 120 – показувати нове повідомлення "Критичне перевищення температури!".
- Додати звуковий сигнал тривоги.

6. Симуляція та тестування розширеного функціоналу

Запустити симуляцію проєкту через меню "Run Simulation".

Перевірити:

- Коректність відображення графічних елементів на новому екрані.
- Реакцію системи на кнопки Start_Button і Stop_Button.
- Роботу нових сигналів тривоги (Temperature > 120, Pressure > 200).
- Збереження даних у файл логів.

Випробувати ручне введення значень змінних через Digital Input Field.

7. Завершення роботи

Зберегти проєкт із внесеними змінами.

Підготувати звіт про виконану роботу, який має містити:

- Опис внесених змін.
- Скріншоти нового функціоналу та результатів симуляції.
- Висновки щодо розширення функціоналу HMI.

Контрольні запитання

1. Що таке HMI (Human-Machine Interface), і які його основні функції?
2. Які можливості та особливості має програмне забезпечення VISU+ EXPRESS?
3. Які основні графічні елементи використовуються у HMI-додатках, і для чого вони призначені?
4. Що таке система алармів у HMI, і як вона використовується для моніторингу процесу?
5. Як налаштувати зв'язок між HMI-додатком і програмованим логічним контролером (PLC)?
6. Як проводиться симуляція роботи HMI-додатку у VISU+ EXPRESS за відсутності реального обладнання?
7. Які переваги використання HMI у автоматизованих системах управління технологічними процесами?

Лабораторна робота №3. Побудова SCADA-проекту у VISU+ EXPRESS для контролю виробничого процесу

Мета роботи: ознайомитися з основами побудови SCADA-проектів у середовищі VISU+ EXPRESS для контролю та моніторингу виробничих процесів. Навчитися створювати інтерфейс користувача для візуалізації даних, налаштовувати з'єднання з обладнанням, інтегрувати основні елементи управління та забезпечувати відображення стану об'єктів у реальному часі.

Теоретичні відомості

3.1. Способи та елементи введення

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) — це система диспетчерського управління та збору даних, яка широко використовується для контролю й моніторингу виробничих процесів. SCADA-системи дозволяють забезпечувати взаємодію між оператором та обладнанням, записувати історичні дані, а також виконувати автоматизовані операції на основі заданих алгоритмів.

Основні компоненти SCADA-систем:

1. HMI (Human-Machine Interface) — людсько-машинний інтерфейс, який дозволяє операторам взаємодіяти з системою. Він представляє графічні елементи, що відображають стан обладнання, параметри процесу, сигнали тривоги тощо.
2. RTU (Remote Terminal Unit) — віддалені термінальні пристрої, що збирають і обробляють дані з датчиків та передають їх до центральної системи.
3. PLC (Programmable Logic Controller) — програмований логічний контролер, який використовується для автоматизації роботи обладнання та виконання логічних операцій.
4. SCADA-сервер — це центральний комп'ютер або сервер, який збирає дані з RTU або PLC та передає їх на HMI.
5. Комунікації — канали зв'язку, що забезпечують обмін даними між RTU, PLC, SCADA-сервером та HMI (Ethernet, Modbus, Profibus, тощо).

Графічні елементи, які використовуються для зміни значення змінних або відправки команд, називають елементами керування. Впливати на ці елементи можна, використовуючи один з доступних елементів введення:

- маніпулятор “миша”;
- сенсорний екран;
- клавіатура.

Для виконання команд для зміни значення дискретних змінних типу “увімкнути”/“вимкнути” використовуються кнопки, перемикачі або графічні елементи з цими функціями. Графічний вигляд таких елементів може бути дуже різним (рис. 2.14). Тим не менше, можна виділити два типи команд для таких елементів:

- перемикання, яке приводить до зміни значення ВКЛ на ОТКЛ, та навпаки;
- записування константи, яка відповідає одному зі станів: “ВКЛ” або “ОТКЛ”.

Можна здогадатися, що на рис.3.1. показано перемикачі, оскільки команди (наприклад по кліку миші) приводять до зміни значення на обернене. Однак функціональність таких елементів не обов’язково збігається із зображенням, тому слід заздалегідь обговорювати їх із розробником.



Рис.3.1. Приклади зображення перемикачів

На рис.3.2. наведено приклади використання кнопок із командами записування константи. В обох прикладах для включення та виключення установки/двигуна необхідно використати різні кнопки: “Начать” та “ВКЛ” для включення і “СТОП” та “ОТКЛ” для відключення.

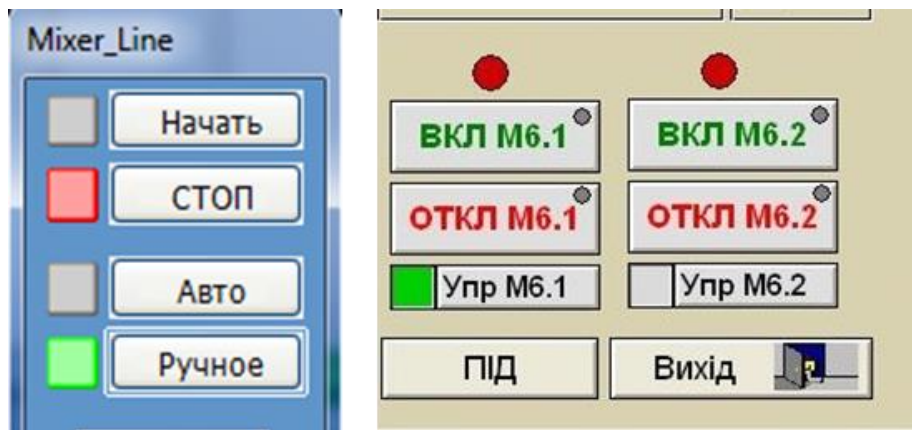


Рис.3.2. Приклади використання кнопок

У такий самий спосіб можна записати константні значення в аналогові або текстові змінні. Однак цей метод менш поширений, оскільки вимагає запису випадкових значень з поточного діапазону вводу. Одним з найпоширеніших методів є введення значень у поле вводу з клавіатури. Для цього елемент вводу отримує курсор вводу, який називається фокус. У більшості інструментів SCADA/HMI після отримання фокусу значення вводиться безпосередньо у поле вводу (Рисунок 3.3.). Існує кілька способів введення значення, включаючи введення значення під елементом, який отримує фокус.

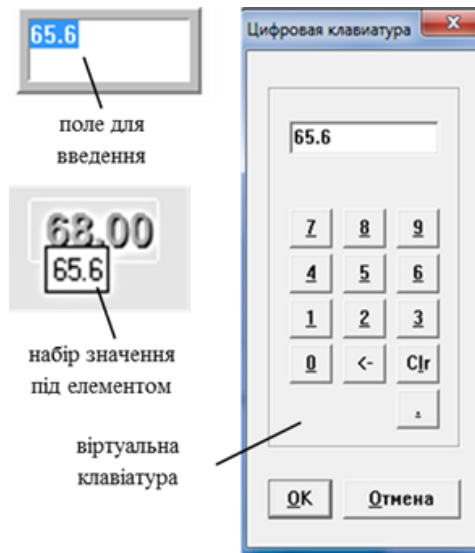


Рис.3.3. Різні способи введення значення аналогової змінної.

Через виробничі умови та наявність сенсорних екранів, НМІ може не мати клавіатури, тому для введення значень можна використовувати віртуальну клавіатуру (див. Рисунок 3.3). Більшість SCADA/НМІ обмежують значення, що вводяться, допустимим діапазоном, таким чином зменшуючи ймовірність помилки оператора.

Введення з клавіатури дозволяє оператору вводити задані значення з допустимого діапазону, але часто вимагає від оператора змінювати їх відповідно до поточної ситуації. Крім того, оператори використовують більш розмиті, більш інтуїтивні поняття, такі як «трохи вище», «сильно нижче» або «напіввідкрито».

Для таких елементів керування підходять «аналогові» елементи керування, такі як повзунки та кнопки «більше/менше». Повзунки призначені для зміни значення змінної шляхом переміщення «ручки» вздовж шкали від мінімального до максимального значення. Повзунки можуть бути вертикальними, горизонтальними або круговими (Рис. 3.4.).

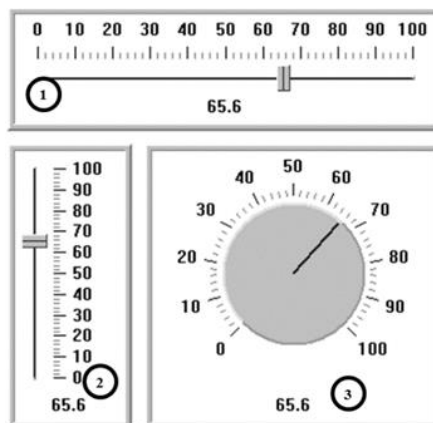


Рис.3.4. Приклади повзунів.

Приклад використання вертикального повзунка показано на рисунку 3.5. , де встановлюється задане значення і вручну вимикається привід. З усіх елементів вводу повзунок виділяється як найшвидший спосіб зміни значень змінної. «Для зміни значень змінної типу «трохи більше» або «трохи менше» найкраще використовувати кнопки зміни кроку. На рисунку 3.5. кнопки «більше» і «менше» поруч із повзунком збільшують або зменшують значення на 1% відповідно. Крок зміни параметра може залежати від часу натискання відповідної кнопки. Чим довше утримується кнопка, тим більший розмір кроку і тим швидше змінюється параметр.

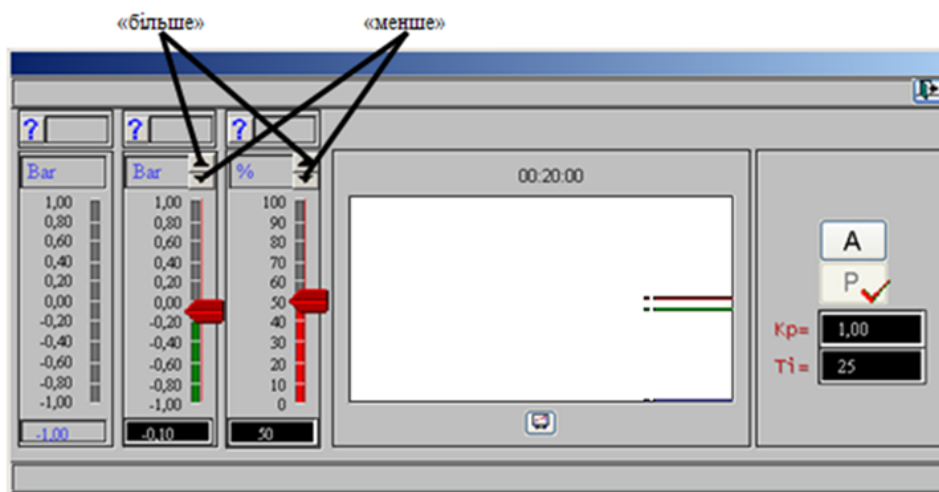


Рис.3.5. Приклади використання кнопок “більше” та “менше”

Це не весь перелік способів та елементів відображення та зміни, які можуть використовуватися в засобах НМІ. Нижче наводяться деякі елементи високоефективних людино-машинних інтерфейсів, які можуть значно покращити ситуаційну обізнаність.

3.2. Вплив на ситуаційну обізнаність

Вище були розглянуті лише основні методи відображення стану процесу та ручного керування. Їх правильне використання має сильний вплив на розробку високоефективних НМІ. Це тісно пов'язано з ергономікою, яка є окремою дисципліною і виходить за рамки цього курсу. Однак тут ми зупинимось на деяких аспектах, пов'язаних з розробкою інтерфейсу.

Зупинимось на трьох факторах, які впливають на ефективність роботи оператора: 1) правильне розпізнавання ситуації (ситуаційна обізнаність), 2) правильне прийняття рішень і 3) достатній час для правильного виконання дій розпізнавання, прийняття рішень і управління.

Точність процесу прийняття рішень оператором залежить не тільки від самого людино-машинного інтерфейсу, але і від інших факторів. Функції SCADA/HMI (наприклад, аварійні сигнали, тренди, генерація довідок, підтримка прийняття рішень). Не менш важливими факторами є початкова підготовка операторів, регулярне навчання та аналіз минулих ситуацій в рамках життєвого циклу системи тощо.

Як зазначено в стандарті ISA-101, недостатня ситуаційна обізнаність є однією з основних причин аварій, спричинених людськими помилками. Дослідження показали, що ситуаційна обізнаність визначається як не тільки розпізнавання поточного стану об'єкта, а й прогнозування його майбутнього. Оператори повинні реагувати на відхилення від бажаного стану, визначеного інструкціями, порадами або навіть власним досвідом. При отриманні інформації необхідно враховувати перцептивні здібності користувача та обмеження, що виникають як через суб'єктивні характеристики користувача, так і через зовнішні умови. На ефективність роботи користувача і основні когнітивні процеси (здатність розуміти, розпізнавати, вчитися, сприймати і обробляти зовнішню інформацію) впливають рівень робочого навантаження, ситуаційна обізнаність і складність завдань, кожен з яких може бути оптимізований за допомогою НМІ.

Один з основних принципів створення високоефективного НМІ базується на тому, що дисплей повинен відображати мінімум сенсорних стимулів під час нормальної роботи процесу, тобто він не повинен привертати увагу. У свою чергу, якщо процес відхиляється від норми, НМІ повинен показувати зорову і слухову активність. Для цього можуть використовуватися колір, яскравість і контрастність елементів, їх взаємне розташування, рух, миготіння, візуальні та звукові попередження. Розглянемо стандартні рекомендації щодо використання цих елементів.

При проектуванні НМІ необхідно враховувати візуальні обмеження групи користувачів у середовищі (робоче місце оператора), де виконуються завдання, пов'язані з технологічним процесом. При виборі інструментів НМІ, кольорів дисплея, контрасту і елементів, яскравості навколишнього середовища необхідно враховувати яскравість. За нормальних умов технологічного процесу елементи НМІ не повинні бути надмірно контрастними, але інформація повинна бути чітко розпізнаваною, якщо це необхідно. Дизайн повинен враховувати потенційні недоліки або відсутність кольорового сприйняття оператора. Відмінності у сприйнятті кольорів при поширеному дефіциті кольору (дальтонізмі) показані на рисунку 3.6.



Рис. 3.6. Відмінності кольорового сприйняття для найбільш поширених типів дальтонізму

Використовуйте відповідну контрастність і яскравість. Кольори, вибрані для всіх користувачів, повинні бути чіткими і перевіреними на зручність використання. Як правило, кольори слід використовувати для виділення важливої інформації, наприклад, сигналів

тривоги або ненормальних умов. Якщо зелений і червоний кольори використовуються для позначення того, що пристрій увімкнено або вимкнено, пам'ятайте, що більшість людей з дальтонізмом сприймають їх однаково. Тому предмети можна розрізнити, використовуючи їхній контраст і яскравість, наприклад, білий і темно-сірий (як відтінки білого). На рис. 3.7. показано приклад використання контрасту та яскравості замість кольору для умов роботи насоса.

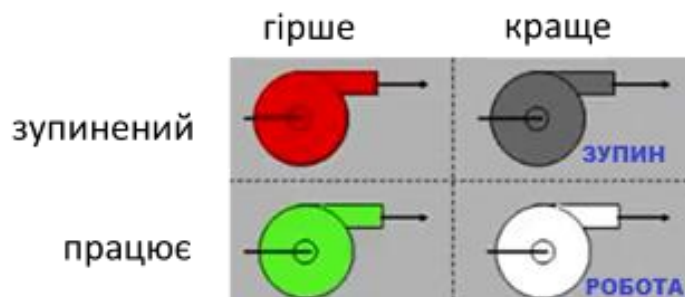


Рис.3.7. Використання контрастності та яскравості замість кольору

Корисно перевірити кольорові зображення, перетворивши їх у відтінки сірого, щоб переконатися, що всі комбінації елементів мають достатній контраст для сприйняття дальтоніком ISA-18.2 Кольори, що використовуються для індикації тривог відповідно до методів сигналізації, повинні бути зарезервовані і не використовуватися для будь-яких інших цілей. Це необхідно для уникнення плутанини та прискорення реакції оператора на тривоги. Однак не слід покладатися на колір як на єдиний індикатор важливості ситуації. Кольорове кодування слід доповнювати іншими методами відображення інформації, такими як форма, текст, яскравість, розмір і текстура. На Рисунку 3.8. для позначення рівнів тривоги на додаток до жовтого кольору використовується трикутник пріоритетів.

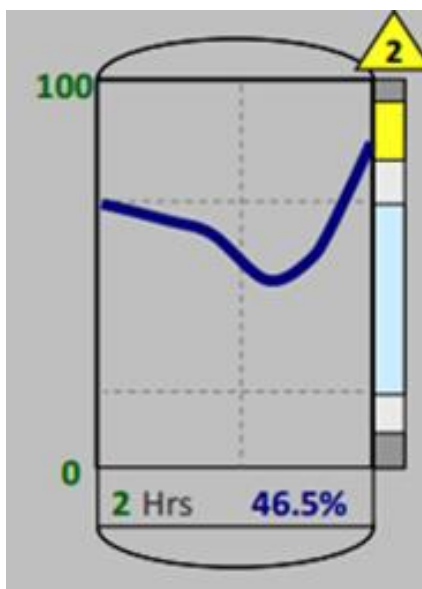


Рис. 3.8. Використання форми (трикутник) в якості відображення тривоги 2-го пріоритету

Вибір кольорів, які використовуються на дисплеї, повинен відображати важливість поданої інформації: для найбільш важливої інформації слід використовувати найбільш помітні кольори. Градієнти кольорів не повинні використовуватися на дисплеї для статичних або нединамічних елементів, але можуть застосовуватися, щоб виділити динамічний елемент. Колір та/або миготіння символів мають спрямовувати увагу оператора на нові критичні ситуації.

3.2. Побудова SCADA-проекту у VISU+ EXPRESS

Ресурси Visu+ Screen – це елементи, за допомогою яких можна створювати графічні інтерфейси "людина-машина", використовуючи редактор для малювання та інструменти редагування графічної анімації. Visu+ дозволяє створювати зображення двома способами: за допомогою власного внутрішнього графічного редактора або шляхом вставки зображень (bmp, jpg, gif, wmf, emf тощо). Обидва способи можна використовувати одночасно, оскільки вони можуть співіснувати. Об'єкти та елементи керування Visu+, які можна вставляти на екран, доступні у вікні "Objects Window". Ці компоненти виконують різні функції – від простих геометричних фігур до розширених елементів керування для виконання команд чи відображення даних.

Об'єкти та елементи керування Visu+ створюються у власному векторному форматі, також можна створювати символи (складені з кількох компонентів) та асоціювати їх із властивостями анімації. Ці формати можна експортувати або імпортувати у формат Metafile (WMF, EMF). Власні векторні зображення Visu+ можна зберігати у "Бібліотеці символів" (Symbols Library) і повторно використовувати.

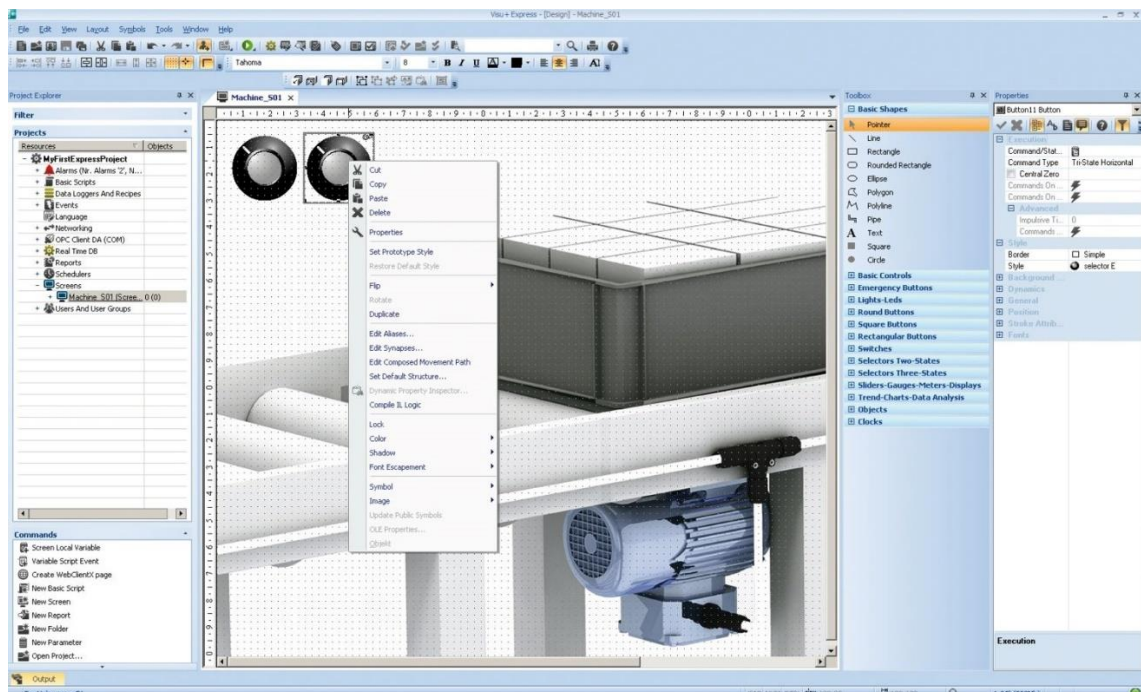


Рис. 3.9. Приклад створення HMI у VISU+ EXPRESS

Статичне зображення може бути створене з файлу у форматах BMP, JPG, GIF тощо або з векторного файлу у форматах метафайлу WMF, EMF. Фонове зображення можна графічно редагувати за допомогою відповідного графічного редактора, наприклад, Windows "PaintBrush". Такі програми можна інтегрувати в меню "Інструменти" Visu+ для їхнього прямого запуску. Файл фону слугує статичним зображенням екрана, тоді як анімація реалізується за допомогою технік об'єктів Visu+, які накладаються поверх фонового зображення.

Не обов'язково, щоб екран був пов'язаний із фоновим файлом як статичним зображенням. Графічний інтерфейс екрана можна створити лише за допомогою малюнка та векторних символів Visu+. Інструменти Visu+ також дозволяють створювати екрани без використання фонових зображень, якщо це не потрібно. Зображення може складатися з ліній, фігур або складних символів, які вже надаються Visu+. Деякі з них можна змінювати, налаштовувати кольори чи анімувати, використовуючи вікна властивостей символів або векторів.

Visu+ також має Symbols Library (Бібліотеку символів), яка містить безліч готових графічних символів. Графічні бібліотеки можна відкрити через меню "View > Symbols". Вони значно скорочують час на створення будь-якого графічного проекту для автоматизації. Великий вибір графічних символів (резервуари, насоси, клапани, двигуни тощо) дозволяє легко створювати малюнки з високим графічним впливом. Також слід пам'ятати, що ви можете імпортувати зовнішні зображення або ще більше розширити бібліотеку, створюючи власні графічні символи.

Після вставлення символу або об'єкта ви можете отримати доступ до його властивостей для налаштування. Налаштування здійснюється через вікно "Властивості", яке також можна відкрити, просто двічі клацнувши на об'єкті. Щоб зробити малюнок або символ більш динамічним, потрібно використовувати його "Властивості анімації". Тут можна призначити змінні для бажаної графічної функції, а також налаштувати інші динамічні параметри (наприклад, кольори або їх зміну, порогові значення для заповнення чи видимості тощо). Змінні можна вибирати через вікно "Перегляд тегів" ("Tag Browser"), яке дозволяє вибрати або безпосередньо створити змінні зі списку змінних (тегів) проекту.

Призначення змінної (тегу) графічному об'єкту можна виконати швидше за допомогою методу "перетягування" ("Drag&Drop"). Просто виберіть змінну зі списку змінних проекту та перетягніть її на вибраний графічний об'єкт, як показано на ілюстрації. Якщо об'єкт є командним (наприклад, кнопка, потенціометр тощо), змінна буде призначена йому безпосередньо. Якщо ж об'єкт є графічним символом, вам буде запропоновано вибрати одну з його динамічних функцій. Додаткові налаштування (кольори, порогові значення тощо) можна задати пізніше, редагуючи властивості об'єкта. (Рис. 3.10)

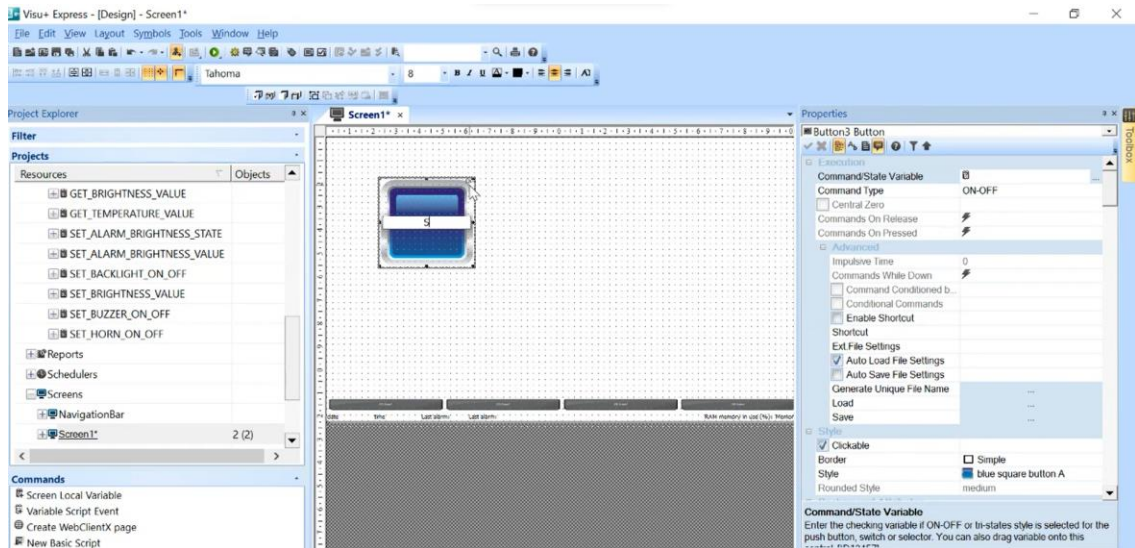


Рис. 3.10. Налаштування властивостей графічного елемента

Будь-який графічний об'єкт, вставлений на екран, можна редагувати та налаштовувати відповідно до опцій, наданих графічним редактором. Малюнок додається на екран після його вибору з бібліотеки шляхом клацання початкової точки вставлення та відпускання кнопки миші після перетягування до потрібного розміру. Вставлений об'єкт можна перемістити, просто вибравши його та перетягнувши мишкою на нове місце.

Щоб змінити розмір об'єкта, клацніть на одній із точок зміни розміру та перетягніть її, доки не досягнете бажаного розміру. Для введення або зміни тексту безпосередньо на малюнку виберіть об'єкт і клацніть на ньому. З'явиться курсор, який вказує на можливість введення потрібного тексту. Після введення тексту натисніть клавішу ENTER або ESC, щоб скасувати операцію. Введений текст стане заголовком об'єкта, і його можна перевірити та змінити через "Вікно властивостей".

На додаток до основних можливостей VISU+ EXPRESS, важливо розглянути додаткові аспекти, що розкривають потенціал даного програмного середовища:

1. Система керування подіями (Event Management): VISU+ EXPRESS дозволяє налаштовувати систему подій для відстеження змін станів обладнання або процесу. Це дає можливість автоматично реєструвати критичні події, генерувати сповіщення та забезпечувати історію подій для подальшого аналізу.
2. Мультимовність: Програмне забезпечення підтримує створення багатомовних інтерфейсів, що є особливо корисним для міжнародних проектів або систем, які використовуються в різних регіонах.
3. Оптимізація графічного інтерфейсу:
 - Забезпечення адаптивності HMI для різних розмірів екранів і пристроїв (наприклад, планшетів або панельних ПК).
 - Використання бібліотек графічних елементів для прискорення розробки.

4. Інтеграція з іншими системами: VISU+ EXPRESS підтримує взаємодію з ERP (Enterprise Resource Planning) системами для збору даних про виробничі ресурси та їх інтеграції з бізнес-процесами.
5. Побудова звітів: Вбудовані засоби дозволяють створювати звіти на основі історичних даних, таких як журнали подій, тренди параметрів або дані сигналізації. Ці звіти можуть експортуватися у форматі PDF або Excel.
6. Кібербезпека: VISU+ EXPRESS підтримує механізми аутентифікації та розмежування прав доступу для забезпечення безпеки системи. Це дозволяє захищати чутливі дані від несанкціонованого доступу.
7. Підтримка кастомних скриптів: Для розширення функціональних можливостей середовище дозволяє використовувати скрипти (на основі JavaScript або інших мов), які можуть бути інтегровані для виконання специфічних завдань.
8. Моделювання виробничих процесів: У середовищі можна створювати віртуальні моделі процесів для тестування рішень без необхідності використання реального обладнання. Це знижує ризики та витрати під час етапу проектування.

Таким чином, VISU+ EXPRESS є не лише базовим інструментом для створення SCADA/HMI-систем, але й потужним середовищем для розробки комплексних рішень автоматизації з широкими функціональними можливостями. Ці аспекти дозволяють реалізовувати проекти будь-якої складності, забезпечуючи надійний контроль і моніторинг виробничих процесів.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомлення з середовищем VISU+ EXPRESS
 - 1.1. Запустіть середовище VISU+ EXPRESS.
 - 1.2. Ознайомтеся з основними елементами інтерфейсу: панеллю інструментів, робочою областю, бібліотеками графічних елементів.
 - 1.3. Прочитайте документацію та інструкцію з використання програмного забезпечення (за потреби).
2. Вибір виробничого процесу для моделювання
 - 2.1. Оберіть виробничий процес, який буде відображатися в проекті (наприклад, контроль рівня рідини в резервуарі, температура в печі, або робота конвеєра).
 - 2.2. Визначте основні параметри, які потрібно моніторити (наприклад, температура, тиск, рівень, швидкість).
3. Створення нового SCADA-проекту
 - 3.1. Створіть новий проект у VISU+ EXPRESS:
 - У меню виберіть "Файл → Новий проект".
 - Вкажіть назву проекту та місце збереження.
 - 3.2. Визначте параметри проекту (розмір екрану, тип обладнання, протоколи зв'язку).
4. Розробка мнемосхеми
 - 4.1. Перейдіть до редактора мнемосхем.
 - 4.2. Виберіть та розмістіть графічні елементи, що відповідають обраному процесу:
 - Резервуари, труби, двигуни тощо.

- Використовуйте бібліотеки стандартних елементів або створіть власні.

4.3. З'єднайте елементи мнемосхеми між собою.

4.4. Додайте текстові підписи для елементів схеми.

5. Налаштування параметрів моніторингу

5.1. Визначте змінні, які потрібно моніторити:

- Створіть список змінних (tag-ів) для SCADA-системи.

5.2. Налаштуйте з'єднання з віртуальними чи реальними пристроями (якщо можливо).

- Вкажіть протокол зв'язку (наприклад, Modbus, OPC UA).
- Призначте змінним відповідні адреси пристроїв.

5.3. Зв'яжіть змінні з графічними елементами мнемосхеми:

- Додайте до елементів анімацію, щоб вони реагували на зміни параметрів (наприклад, зміна рівня рідини).

6. Налаштування візуалізації

6.1. Додайте графіки та таблиці для відображення історії змін параметрів.

6.2. Налаштуйте тривожні повідомлення для контролю критичних значень параметрів.

6.3. Використовуйте кольорові індикатори (наприклад, червоний – аварія, зелений – нормальний стан).

7. Тестування проекту

7.1. Запустіть проект у режимі емуляції (симуляції).

7.2. Перевірте коректність відображення мнемосхеми та змін параметрів.

7.3. Виправте помилки (якщо такі виникли).

8. Завершення роботи

8.1. Збережіть проект.

8.2. Підготуйте звіт, який включає:

- Мнемосхему виробничого процесу.
- Список параметрів, що моніторяться.
- Скріншоти з роботи SCADA-системи у режимі емуляції.

Контрольні запитання

1. Що таке SCADA-система, і які її основні функції?
2. Назвіть основні компоненти SCADA-системи та їхні функції.
3. Які можливості надає програмне забезпечення VISU+ EXPRESS?
4. Як відрізняється HMI від інших компонентів SCADA-системи?
5. Які основні кроки необхідно виконати для створення нового проекту в VISU+ EXPRESS?
6. Що таке змінні (Tags) у SCADA-проєктах, і яку роль вони виконують?
7. Як налаштовуються сигналізація та події в середовищі VISU+ EXPRESS?

Список рекомендованої літератури

1. Patrick Liggan. HMI and SCADA Explained. Momentum Press, 2018. 245 p.
2. Jean-Yves Fiset. Human-Machine Interface Design for Process Control Applications. ISA, 2009. 303 p.
3. Stuart G. McCrady. SCADA Systems: Principles and Applications. Elsevier, 2013. 432 p.
4. VISU+ EXPRESS Video Tutorials. Official Phoenix Contact YouTube Channel. URL: <https://www.youtube.com/user/phoenixcontact>.
5. VISU+ EXPRESS User Manual. Phoenix Contact. URL: <https://www.phoenixcontact.com>.