

АНОТАЦІЯ

Тема даної дипломної роботи – «Інтелектуальна система управління водопостачанням розумного будинку». Запропанована система призначена для контролю системи водопостачання та регулюванню значень температури гарячої води, діагностики насосів, а також видачі повідомлень мешканцям розумного будинку для запобігання витоків води та затоплення.

За прогнозами аналітиків ABI Research, продаж у 2023 році smart home-систем (систем розумний будинок) перевищить показники 2018 практично в 3,5 рази [1]. Ця тенденція вказує на те, що технології розумного будинку стає все більш доступною для більшості людей, які піклуються про свій комфорт і безпеку і є актуальними.

Впровадження технології «розумний будинок» може забезпечити контролювати стан побутових комунікацій та запобігати аварійним ситуаціям (протечки, задимлення, загазованість, затоплення тощо), а також суттєво економити енергоресурси.

ABSTRACT

The topic of this thesis is "Intelligent water supply management system of a smart house". The proposed system is designed to monitor the water supply system and regulate hot water temperature values, diagnose pumps, and issue notifications to residents of a smart home to prevent water leaks and flooding.

According to the forecasts of ABI Research analysts, the sale of smart home systems in 2023 will exceed the figures of 2018 by almost 3.5 times [1]. This trend indicates that smart home technology is becoming increasingly accessible to most people who care about their comfort and safety and are acute.

Implementation of "smart home" technology can provide monitor the state of household communications and prevent emergency situations (leaks, smoke, gassing, flooding, etc.), as well as significantly save energy resources.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	6
1.1 Аналіз проектних рішень розумного будинк.....	6
1.2. Шляхи підвищення ефективності роботи систем управління розумного будинку	9
2. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ І КОНТРОЛЬ	
ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	16
2.1. Автоматизація водопостачання «Розумного будинку».....	16
2.2. Розробка програми для підключення датчика рівня до контролера Ардуїно-уно	26
2.3. Розробка нечіткої системи управління комфортної температурою гарячої води.....	32
3. СИСТЕМА ДАГНОСТИКИ РОБОТИ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ	42
3.1 Аналіз причин несправності роботи насосного обладнання.....	42
3.2. Створення експертної системи для пошуку несправності насосного обладнання в програмі Orange.....	45
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
Додаток.....	56

ВСТУП

Розумний будинок – це спеціальна система, за допомогою якої можна керувати різною підключеною до неї побутовою технікою та іншими електронними пристроями. Система дає можливість включати та вимикати освітлення в кімнатах, встановлювати та регулювати температуру, організувати захист будинку чи квартири, також має інші функції.

Головним пристроєм у розумному будинку є хаб чи смарт-контролер. На нього надходить інформація з усіх датчиків, що входять до системи. Контролер, залежно від поставлених завдань, віддає команди підключеним пристроям. З його допомогою здійснюються налаштування, можна додавати та видаляти гаджети. Система дозволяє керувати всім віддалено через Інтернет. Для цього виробники розробляють спеціальні мобільні програми, які встановлюються на смартфон або планшет.

Але реалізувати розумний будинок можна без смарт-контролерів. Популярні системи Google Home, Mi Home, SmartThings дозволяють керувати різними гаджетами та технікою в будинку через Wi-Fi.

Усі технічні пристрої, включаючи побутову техніку, різні гаджети, підключені до системи управління розумним будинком, функціонуватимуть за тими налаштуваннями та командами, які передаються від контролюючих приладів. До розумного будинку можна підключити холодильник, спліт-систему, лампи, розетки, робот-пилосос, опалювальний котел, бойлер з Wi-Fi, сигналізацію та інше. Таким чином, використовуючи цю техніку та підключивши її до хаба або до спеціального додатка, можна самостійно створити систему розумний будинок будь-якої складності, за потребою та бажанням доповнювати її новими пристроями, які забезпечуватимуть комфортне перебування в будинку чи квартирі [1].

1. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

1.1. Аналіз проектних рішень розумного будинку

Розумний будинок - це система датчиків і техніки, об'єднаних в єдину систему і підтримує керування та налаштування зі смартфона, планшета, комп'ютера або вбудованої сенсорної панелі. Обов'язковим елементом Smart Home є центр управління, він підтримує зв'язок з рештою пристроїв, отримує від них інформацію, яку потім передає власнику на безкоштовний мобільний додаток. До центру управління розумним будинком, як правило, можна підключити дуже багато пристроїв, нерідко ліміт досягає трицифрових чисел. Основними елементами Smart Home є [1-3]:

- клімат-контроль - управління теплою підлогою, освітленням, опаленням;
- безпека - сигналізації, датчики руху та відкриття, системи відеоспостереження, що передають те, що відбувається на смартфон;
- освітлення - увімкнення/вимкнення світла, зміна яскравості та кольору освітлення залежно від побажань користувача;
- система керування мультимедіа - відключати телевізор у заданий час, перемикає композиції на аудіопрогравачі за допомогою голосового помічника;
- розумне керування побутовою технікою - запрограмувати прання на певний час, включити кавоварку о 10 ранку;
- діагностика роботи обладнання та оперативне повідомлення про аварійні ситуації на телефон мешканців або сервісні служби

Керувати системою «Розумний дім» можна через спеціальний мобільний додаток. Техніка підключається через Wi-Fi та передає сигнали на ваш смартфон. Наприклад, наявність в будинку розумної розетки дозволить вмикати та вимикати техніку навіть якщо ви тільки підходите до будинку. Система «Розумний дім» самостійно контролює роботу кожного пристрою,

тому вам не доведеться повертатися додому в паніці та перевіряти, чи вимкнена праска, чи закриті двері тощо.

На малюнку 1.1. показана методика підключення пристроїв до розумного будинку за типом "зірка", де кожен пристрій з'єднується безпосередньо з щитом автоматики.

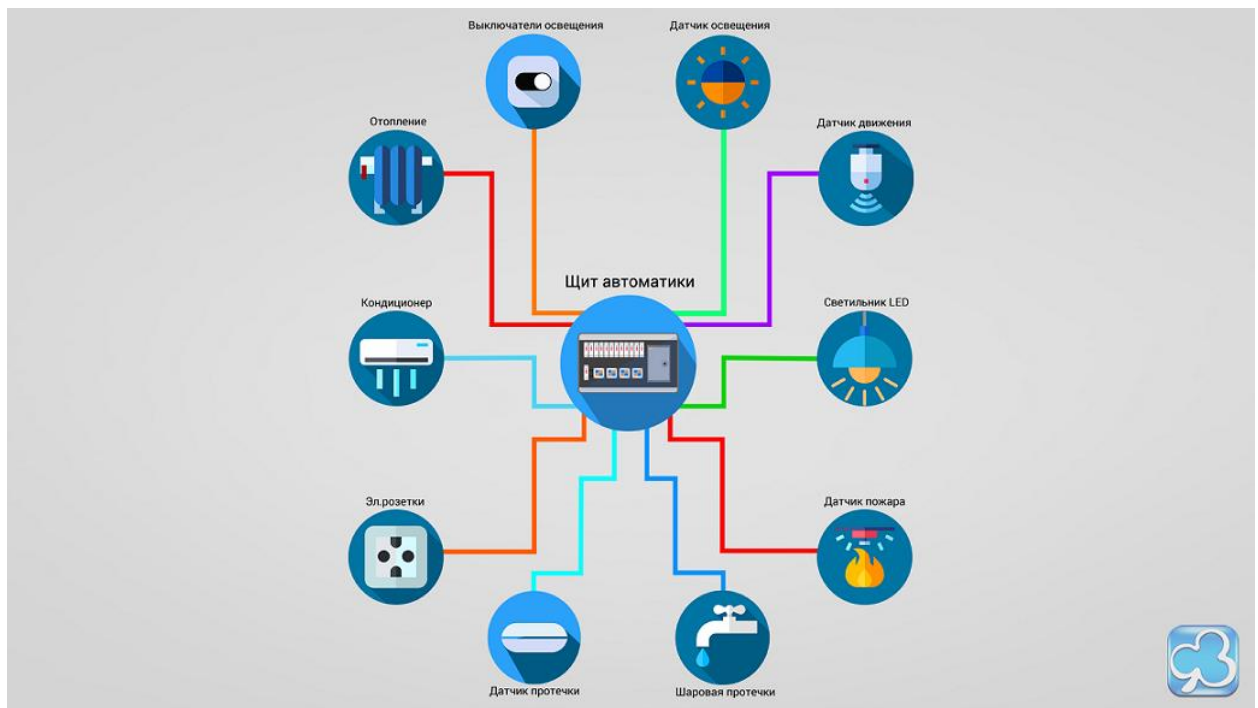


Рисунок 1.1. – Схема підключення датчиків та обладнання будинку до контролера з топології зірка

Сучасна технологія «Розумний будинок» - це, по суті, централізований орган, що управляє домашньою екосистемою (усієї або її частиною), яка складається з численного домашнього обладнання, підключеного до неї. Це управління може здійснюватися автоматично (запрограмовано, не випадково визначення розумний будинок означає – автоматизація будинку), або коригуватися за безпосередньої участі людини (через спеціальну панель або смартфон). Сьогодні розумному будинку під силу:

- Ефективно економити енергоресурси;
- Забезпечити надійну охорону;

- контролювати стан побутових комунікацій та - запобігати аварійним ситуаціям (протечки, задимлення, загазованість, затоплення тощо);
 - підтримувати необхідний мікроклімат у приміщенні;
 - вмикати/вимикати необхідні електроприлади
- і багато чого іншого, що може забезпечити комфорт людині та її оточенню.

Усі елементи системи Розумного дому мають бути сумісні на основі загальних стандартів. Справа в тому, що дана технологія настільки прогресивна і затребувана, що стала пріоритетом розвитку для різних компаній. І це не дивно, ми ж бачили прогнози експертів. Тому на ринку компонентів розумного будинку сьогодні існує безліч бездротових технологій, які затято конкурують між собою за серця та гаманці споживачів. Найпопулярнішими з них вважаються наступні стандарти :

- Z-Wave - цей найбільш затребуваний (оскільки він підтримує пристрої домашньої автоматизації від різних виробників) бездротовий протокол був створений спеціально для технології Розумного будинку в 2001 році, він ідеально працює на площі 10-500 м² і використовує топологію mesh (ретранслює сигнал і автоматично знаходить оптимальний маршрут для нього);
- ZigBee – був створений для роботи з мережами з різних датчиків (наприклад, температури, газу, води) з різною топологією (включаючи mesh), а з 2007 року був оснащений командним стандартом для управління smart home, але – виключно пристроїв домашньої автоматизації (наприклад, замків, датчиків, реле), а не побутової техніки, до того ж може бути несумісний з пристроями інших виробників;
- Bluetooth Low Energy – версія 4.2 відрізняється низьким енергоспоживанням (що зручно для роботи бездротових навушників та колонок, а також датчиків на батарейках), проте топологія mesh (з якою система Розумного дому найбільш приваблива) з'явилася в цьому протоколі лише у 5 версії, а відсутність єдиного стандарту управління обмежує використання цього протоколу одним виробником;

- Wi-Fi – протокол незамінний для IP-камер та інших пристроїв для передачі відеосигналу, проте внаслідок високого енергоспоживання та неможливості ретрансляції з ним не вигідно виробляти довго працюючі датчики для «Розумного дому», до того ж у виробників пристроїв з модулем Wi-Fi немає загальних стандартів .

1.2. Шляхи підвищення ефективності роботи систем управління розумного будинку

Робота будь-якої системи «Розумного будинку» ґрунтується на взаємодії трьох основних типів пристроїв:

- контролера (хаба);
- датчиків, чи сенсорів;
- актуатори.

Контролер – найголовніший компонент «Розумного будинку», він виконує функції керуючого пристрою, за допомогою якого система Розумного будинку зв'язується із зовнішнім світом (через Інтернет) та забезпечує зв'язок між пристроями всередині неї. Простіше кажучи, контролер об'єднує всі розумні прилади в єдину мережу та здійснює централізоване управління Розумним будинком, а також служить «командним пунктом» власнику Розумного будинку, з яким той може зв'язуватися за допомогою панелі або пульта керування, а також смартфона (як, наприклад, у TuYa Smart).

Контролер (залежно від моделі) може підтримувати від 25 до 220 пристроїв, тому краще вибирати модель з деяким запасом, особливо якщо Ви плануєте з часом розширювати мережу Розумного будинку. Усі контролери оснащуються LED-індикацією чи інформативним екраном. Сенсори (датчики) призначені для збирання інформації про зміну зовнішніх умов. Ці пристрої складають численну групу компонентів «Розумного будинку», найбільш затребуваними з яких є датчики:

- відкриття дверей та вікон;

- температури та вологості;
- рухи (до речі, вони не реагують на кішок та собак);
- протікання води;
- диму тощо.

Актuatorи – це пристрої виконавці. Вони більш численні, ніж датчики, і складаються з:

- розумних розеток;
- розумних вимикачів;
- клімат-контролерів;
- сирен;
- розумних клапанів для труб;
- розумне реле і т.д.

Система захисту від протікання води

Система захисту від протікання води складається з кульового крана з електроприводом та датчиків протікання води. Тут окремим кабелем (проводом) до щита автоматики підключається кульовий кран з електроприводом і окремо кожен датчик протікання підключається власним проводом до розумного контролера.

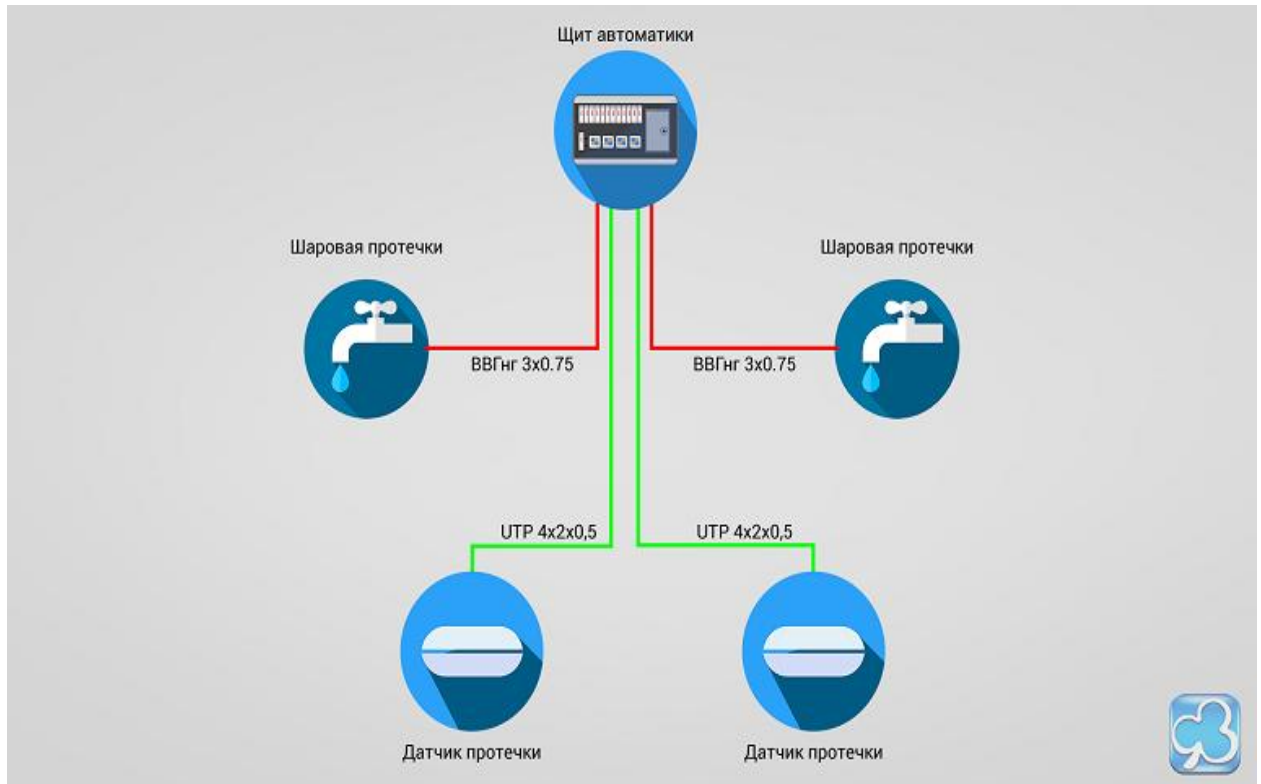


Рисунок 1.2 – Захист протечки води

Можна відзначити, що сучасне управління у розумному будинку реалізує технології інтернет-речей. Системи Інтернету речей (IoT) стали з'являтися наприкінці ХХ ст. Пристрій, який сьогодні ми можемо назвати першою системою Інтернету речей, розробили студенти у 1982 р.: вони встановили камеру навпроти автомата з кока-колою та підключили її до локальної мережі, щоб перевіряти, чи в автоматі не закінчився прохолодний напій. У 1990 р. випускник Массачусетського технологічного інституту Джон Ромкі (John Romkey) підключив до Інтернету свій тостер, який став першим офіційно зареєстрованим об'єктом зі світу Інтернету речей [7].

Сучасний індустріальний світ, в свою чергу, поринає в промисловий інтернет речей (IIoT) з можливістю віддаленого контролю ресурсів підприємства та управління ними в автоматизованому режимі. За допомогою систем інтернету речей можна отримувати інформацію про доступність обладнання, його технічний стан, завантаження, технологічні порушення, графік технічного обслуговування тощо. Промисловий інтернет речей

дозволяє оперативно, в режимі реального часу отримати інформацію з усього обладнання на підприємстві, за секунди розрахувати його коефіцієнт корисного використання, а із застосуванням передиктивної аналітики та нейронних мереж спрогнозувати графік планово-попереджувальних ремонтів та завантаження. Застосування інтернету речей у промисловості створює нові можливості у розвиток виробництва та вирішує ряд найважливіших завдань: підвищення продуктивності устаткування; зниження матеріальних та енергетичних витрат; підвищення якості, оптимізація та покращення умов праці співробітників компанії; зростання рентабельності

У структурі будь-якої системи інтернету речей можна умовно виділити чотири частини: мікроконтролерна система збору даних, система мережевої взаємодії, система зберігання вимірювальних даних, система управління та моніторингу даних (рис. 1.3).

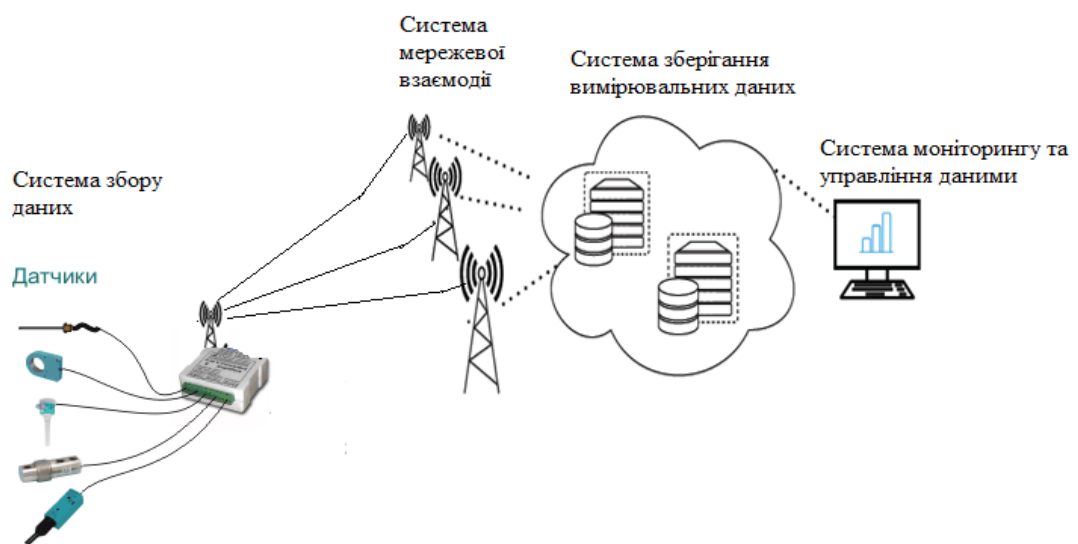


Рисунок 1.3. - Структура технології Інтернет речей у КІСУ

Система зберігання даних передбачає створення бази даних або використання хмарних сервісів. Розумні пристрої (інтелектуальні датчики) генерують дані і передають їх каналами зв'язку до серверу провайдера, а потім вони потрапляють у додаток користувача. Вимірювальні дані часто відправляються в хмару для більш довгострокового зберігання, резервного

копіювання або глибокого аналізу. Система управління та моніторингу - це комплекс додатків, що дозволяють працювати з даними, іноді в режимі реального часу. Система має вміти підключатися до розумного пристрою через канали зв'язку, задавати параметри роботи, збирати інформацію зі сховища даних, обробляти та візуалізувати її. Отже, йдеться про базу даних та додатків для користувачів системи.

Кінцевим елементом системи інтернету речей є контролер (МК), до якого підключені датчики (Д) та виконавчі пристрої (ИУ). Через провідний або бездротовий інтерфейс мікроконтролер взаємодіє із сервером, як правило, за протоколом HTTP (рис. 1.4). У клієнт-серверному варіанті на клієнті потрібно реалізувати всі мережеві рівні та алгоритми обробки збоїв, що неминуче ускладнює програмне забезпечення мікроконтролера (ПЛК)

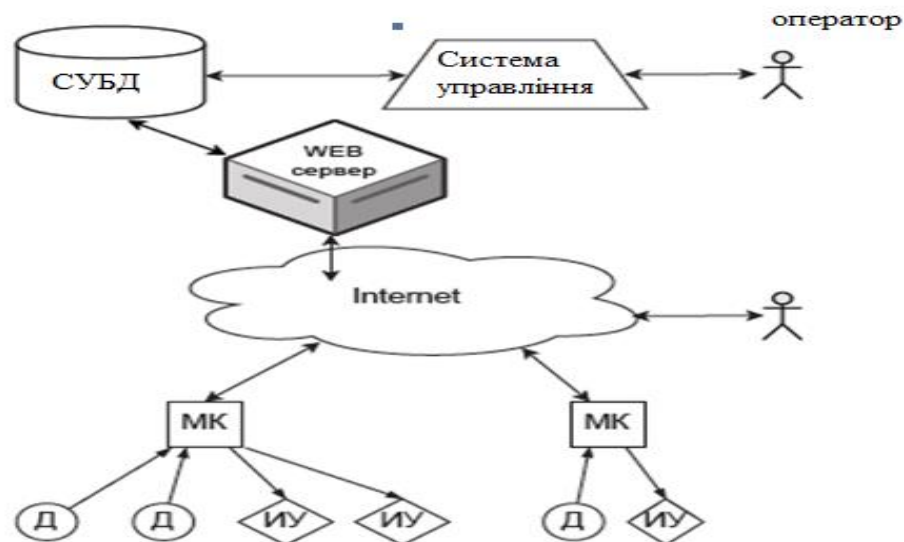


Рисунок 1.4. - Система IoT в архітектурі «клієнт-сервер» у КІСУ ОТК [9]

Замість розробки програмного забезпечення для інтернету речей можна скористатися готовими платформами IoT для підключення та керування пристроями та з'єднаннями. Це дає можливість створити власну мережу розумних пристроїв за лічені дні та масштабувати її.

Платформа Інтернет речей (IoT) - це програмне забезпечення для підключення камер, датчиків, сенсорів до інфраструктури для зберігання та надання віддаленого доступу до зібраної та обробленої інформації.

Платформа дозволяє підключати пристрої, агрегує, аналізує дані та надає інформацію на пристрої користувачів та місця зберігання.

Платформа інтернету речей забезпечує [2]:

- керування пристроями, зв'язок між пристроями та шлюзом;
- адміністрування показників;
- створення замовних додатків;
- безпека даних;
- моніторинг та обробку інцидентів;
- інтеграцію систем та сервісів.

Більшість систем тарифікують послуги залежно від кількості підключених пристроїв, часу використання, кількості переданих даних, але є платформи, які надають безкоштовний чи умовно безкоштовний доступ.

Безкоштовна IoT- платформа дає можливість протестувати та перевірити наскільки рішення з використанням інтернету речей підходить для вирішення бізнес-завдань компанії без початкових інвестицій та виявити вузькі місця, а згодом масштабувати мережу.

Open Remote - платформа інтернету речей з відкритим кодом, яка використовується у великих професійних програмах. Рішення підтримує кілька поширених протоколів, мобільний додаток для Android та iOS, дозволяє створювати кілька областей з обліковими записами та службою автентифікації. Платформу можна використовувати для розробки розумних будинків та автоматизації розумних міст.

Для ознайомлення дивіться: <https://www.openremote.io/>.

Blynk IoT – це інтегрований набір програмного забезпечення для створення та керування підключеними пристроями та підтримує повну інфраструктуру розробки разом з мобільними програмами для розумних пристроїв; забезпечує швидке прототипування завдяки налаштованим функціям Інтернету речей;

гарантує широку апаратну сумісність; має зрозумілу веб-консоль зі зручним інтерфейсом; надає сервер, хостинг та сховище даних. Для ознайомлення дивіться: <https://blynk.io/>

Thing Speak, збирає, аналізує та візуалізує дані в онлайн-режимі. Датчики, камери та інші пристрої надсилають інформацію до ThingSpeak, яка забезпечує візуалізацію та оповіщення користувачів. Некомерційні користувачі можуть підключатись до ThingSpeak безкоштовно. Є спеціальні варіанти використання навчального та домашнього використання. <https://thingspeak.com/>

Uprswift.io дозволяє віддалено адмініструвати підключені пристрої: оновлення, моніторинг та контроль. Платформа дає можливість оперативно підключати пристрої та розширювати їх парк до необмеженої кількості датчиків, камер, тощо. Uprswift орієнтована на підключення та керування обладнанням, але гарантує надійність та безпеку підключення. Але безкоштовний тарифний план дозволяє підключати обмежену кількість пристроїв та членів команди, використовувати один монітор процесів та до 10 МБ даних на місяць: <https://thethings.io/>

Це не повний список таких платформ. Все більше компаній використовують цей інструмент, тому що він дає можливість експериментувати та тестувати варіанти побудови та можливості IoT-мережі. Однак такі платформи також мають свої обмеження та проблеми в налаштуванні та роботі.

2. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ І КОНТРОЛЬ ВОДОПОСТАЧАННЯ

2.1. Автоматизація водопостачання «Розумного будинку»

Поряд з іншими можливостями в «Розумному Будинку» реалізовано автоматизацію систем водопостачання та водовідведення. Вона вирішує завдання безпеки житла від комунальних аварій. Крім того, така функція дозволяє вам жити максимально комфортно та не витратити час на побутові проблеми. Автоматизація водопостачання перетворить ваш будинок на ідеальне місце для житла. Немає необхідності, перебуваючи далеко від будинку, турбуватися про протоку. Автоматичне включення води, наповнення ванною водою потрібної температури у заданий час – такі дрібниці роблять повсякденне життя набагато зручнішим. Можливостей, які надає автоматизація системи водовідведення, є безліч.

Основні функції розумного водопостачання [3,4]:

- Контроль якості води. Датчики періодично вимірюють показники чистоти води, а її очищення відповідають фільтри очищення.
- Контроль систем на протоку. При отриманні від датчика сигналу про протікання система блокує подачу води. У сценарії захисту від протікання води Розумного Будинку можна прописати і повідомлення про ситуацію, що надсилається на телефон.
- Наповнення ванною підігрітою до заданої температури водою та підтримання цієї температури.
- Управління сенсорною сантехнікою.
- Підтримка потрібного рівня води, якщо на ділянці або в будинку є басейн. Таку функцію можна реалізувати, якщо передбачити автоматизацію насосних станцій водопостачання.
- Автоматичний полив відповідно до заданих сценаріїв залежно від вологості ґрунту, часу рік та доби.

- Нагрівання може здійснюватися в електричній або газовій котельні. Автоматизація системи опалення та водопостачання дозволяє здійснювати безперебійну та ефективну роботу системи.

Управління водопостачанням в «Розумному будинку».

Стежити за показниками та регулювати налаштування досить просто. У комплекті обладнання є проста в експлуатації панель керування з телефону або комп'ютера. Віддалена робота доступна при встановленні спеціальної програми на смартфон (технологія Інтернет речей). Технології розумного будинку дозволяють ефективно та надійно вирішувати завдання керування системою водопостачання будинку. Управління водою та водопостачанням є важливою функцією загальної системи Smart House. Smart пристрій управління системою водопостачання будинку та захисту від аварійних ситуацій дозволяє ефективно здійснювати управління подачею води в будинок, контролювати роботу накопичувальної системи, виконувати контроль протікання води в будинку, виконувати аварійне відключення насосів системи водопостачання будинку, виконувати аварійне відключення подачі води, керувати запасами води, інформувати користувача про відключення подачі води до будинку, передавати інформацію на smart пристрої через GSM інформатор:

Система дозволяє здійснити такі функції розумного будинку [4]:

- контроль протікання води у всіх приміщеннях (рис. 2.1);
- швидке відключення водопостачання у разі виявлення протікання;
- екстрене перекриття кранів опалення всього будинку у разі аварійної ситуації;
- швидке відключення насосів підкачування води водопостачання у разі виявлення аварії;
- вимірювання залишку об'єму води в накопичувальній системі, інформування користувача системи розумного будинку про рівень води;
- ухвалення рішення про перехід на режим економії води у разі потреби та передачу інформації користувачеві системи управління розумного будинку;

- керування рівнем води в накопичувальній системі шляхом керування роботою насосів та кранів системи;
- обмін води у накопичувальній системі, освіження води шляхом часткової заміни;
- передача інформації про роботу системи водопостачання будинку на smart пристрої користувача через модуль GSM;
- підтримка працездатності виконавчих пристроїв;
- зниження рівня витрат води, зниження вартості водопостачання, розумне управління ресурсами.



Рисунок 2.1 – Схема контролю витoku води

Функції системи контролю представлені у табл.2.1.

Таблиця 2.1 Функції контролю витoku води в будинку

<p>Захист від протікання води у двох точках, аварійне перекриття водопостачання чотирьох водопроводів</p>	<p>Контролює протікання води в 2-х приміщеннях. Автоматичне перекриття 4-х водопроводів. Рекомендується для захисту від протікання води в квартирі та будинку з суміщеним санвузлом та роздільним водопостачанням холодною та гарячою водою.</p>	<p>Модуль керування контролер ПР200 - 1 шт. Датчик протікання - 2 шт. Кран з електроприводом – 4 шт.</p>
---	--	--

Для реалізації сервісних функцій у систему водопостачання встановлюються спеціальні клапани, керування якими здійснює головний контролер системи «Розумний дім». Цей контролер може програмно включати або вимикати фонтани та системи поливу за розкладом. В результаті інтеграції керування системою водопостачання може здійснювати і господар замиського будинку або котеджу із сенсорної панелі керування.

Датчик протікання (англ. leak sensor), або датчик затоплення (англ. flood sensor) - засіб виявлення, здатний зафіксувати розлив води. Датчики протікання широко використовуються як один з основних засобів запобігання збиткам від побутових нещасних випадків, поряд з димовими сповіщувачами. Це один із найпростіших механізмів домашньої автоматизації та автоматизації будівель, який передбачає активацію тривожного сигналу та автоматичне перекриття труб при протіканні.

В основі роботи датчика протікання лежить електрична провідність води. Датчик оснащений двома чи трьома контактами і встановлюється у місцях, де насамперед з'явиться вода при протечке [2]. Коли вода потрапляє на контакти, між ними утворюється слабкий електричний струм і датчик спрацьовує. Слабка сторона датчика протікання в тому, що він не може зафіксувати протікання, поки вона не призведе до затоплення. Цього недоліку позбавлена система, яка розпізнає протікання, аналізуючи витрату води, проте такі системи коштують у десятки і навіть сотні разів дорожче за системи, що працюють на датчиках. Тим не менш, датчики здатні забезпечити ефективний захист майна від пов'язаних з протіканням збитків.

Цей датчик зазвичай використовується спільно з пристроєм, що автоматично замикає труби у разі протікання - зазвичай електроприводом, встановленим на трубопровідний кран. З цієї причини виробники датчиків протікання найчастіше пропонують електроприводи або комплекти, які

включають датчики, приводи і контролер - керуючий пристрій, який забезпечує взаємодію датчиків з приводами і деякі інші функції.

Якщо користувач підбирає датчики та приводи різних виробників, взаємодія між ними відбувається через контролер, який в таких випадках встановлюється окремо. Така установка дає власнику налаштувати взаємодію датчика не тільки з електроприводом, але й з іншими пристроями, наприклад, з розумною розеткою або розумними вимикачами, що у разі протікання автоматично знеструмить електроприлади.

Найбільш поширені застосування датчика протікання в домашніх умовах [4]:

- увімкнення тривожного сигналу при протіканні,
- надсилання повідомлення про протікання власнику або вказаній ним людині,
- дистанційне (зі смартфона) або автоматичне перекриття труб при протіканні,
- дистанційне або автоматичне відключення техніки, що допустила протікання, наприклад пральної машини,
- дистанційне або автоматичне знеструмлення електромережі при протіканні, щоб уникнути загоряння.

Установка датчиків протікання особливо актуальна для сімей з дітьми або людьми похилого віку, а також для людей похилого віку, які тим не менш живуть самотійно. У таких будинках вища ймовірність протікання через неуважність або помилку, наприклад забутого крана. З іншого боку, дітям і людям похилого віку складніше зорієнтуватися і швидко відреагувати на протікання.

Незнання про можливі витікання води може призвести до дорогого ремонту, втрати великої кількості води та збільшення рахунків за комунальні послуги. Крім того, неконтрольовані витоки води можуть створювати потенційні загрози безпеці та викликати проблеми з електрикою.

Wifi датчик витоку води має такі особливості та переваги:

- Швидке виявлення витоків: Датчик витоку води на wifi виявляє наявність вологи або протікання в реальному часі. Це дозволяє вам швидко реагувати та

запобігати можливим пошкодженням та непередбаченим витратам, пов'язаним з водою.

- Повідомлення на смартфон: Датчик зв'язується з вашою Wi-Fi мережею і надсилає повідомлення на ваш смартфон або іншій пристрій через програму або повідомлення (рис.2.2.). Таким чином, ви завжди будете в курсі будь-яких проблем з водою, навіть якщо ви знаходитесь вдалині від будинку.
- Легкість установки: Вай фай датчик протікання води має компактний та портативний дизайн, що полегшує його встановлення у різних місцях, таких як ванні кімнати, кухні, підвали та інші місця, де можуть виникнути витіки.

У результаті, вай фай датчик витіку води є важливим компонентом системи безпеки вашого будинку і допомагає запобігти серйозним наслідкам витоків і пошкоджень. Він пропонує зручність, надійність та миттєві повідомлення для вашого спокою та безпеки. Інформація від датчика потупить на блок управління (контролер) який виробляє сигнал управління на електричний клапан подачі води в будинок (рис.2.3). Таким чином відбувається автоматичне та оперативне вимкнення подачі води з метою запобігання затопленню приміщень будинку.



Рисунок 2.2 – Отримання інформації про витік на смартфон

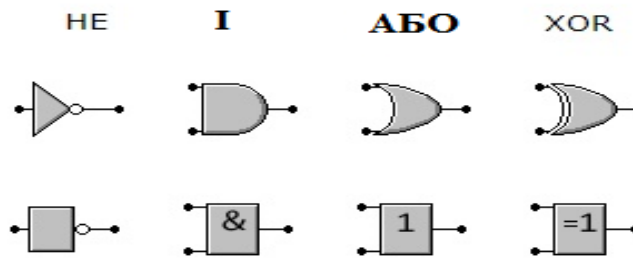


Рисунок 2.4 - Приклади позначень логічних елементів.

Програма призначена для програмування контролера марки ПР 200 (рис.2.5-2.6.), що реалізує функції логічного управління за допомогою вбудованих релейних виходів (дискретних)

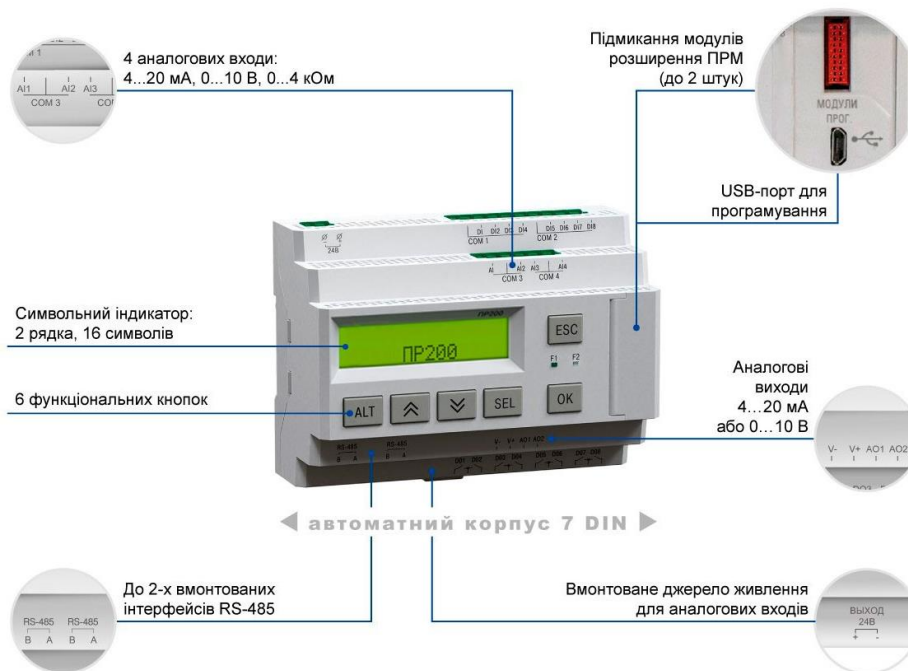


Рисунок 2.5 – Вид контролера у системі управління

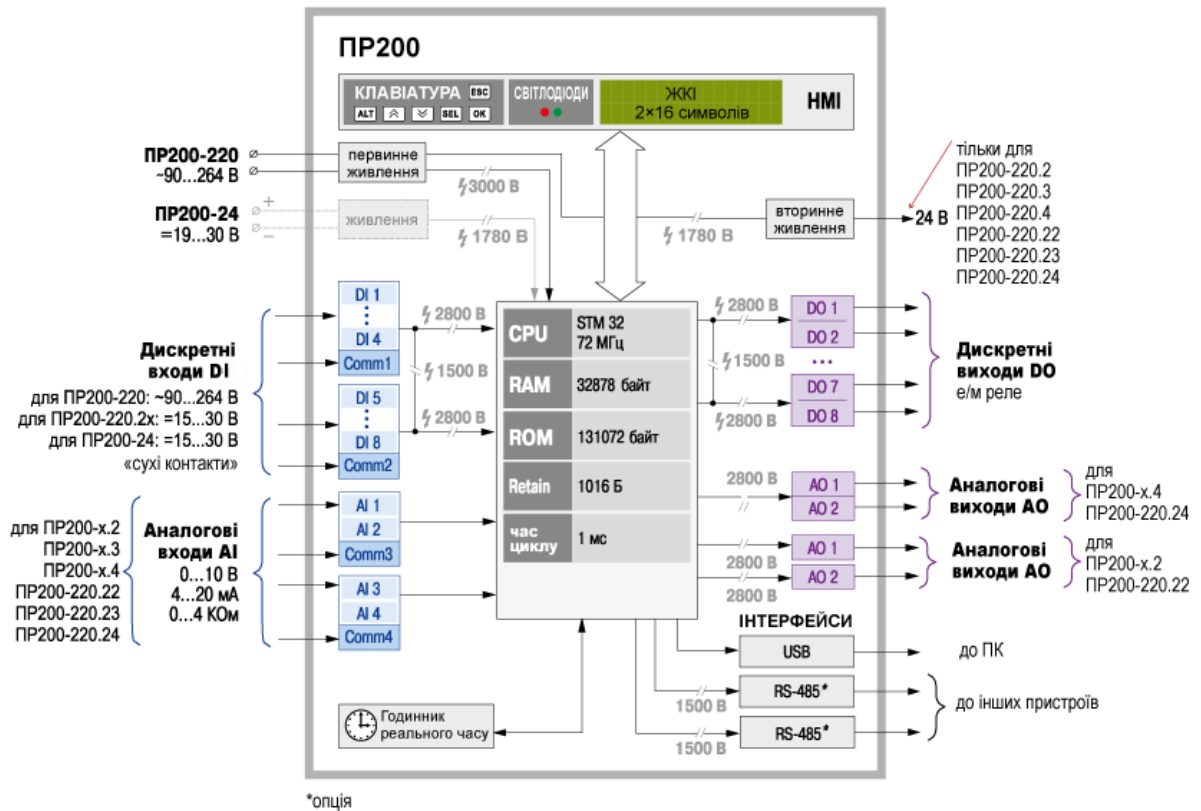


Рисунок 2.6. – Принципова схема вхідних та вихідних портів контролера

Двигун клапана системи водопосточання включиться, якщо є сигнал від кнопки на пульти або від програмованого логічного контролера (ПЛК), та включени (є сигнал) датчики протечки №1 або №2. (рис. 2.7.)

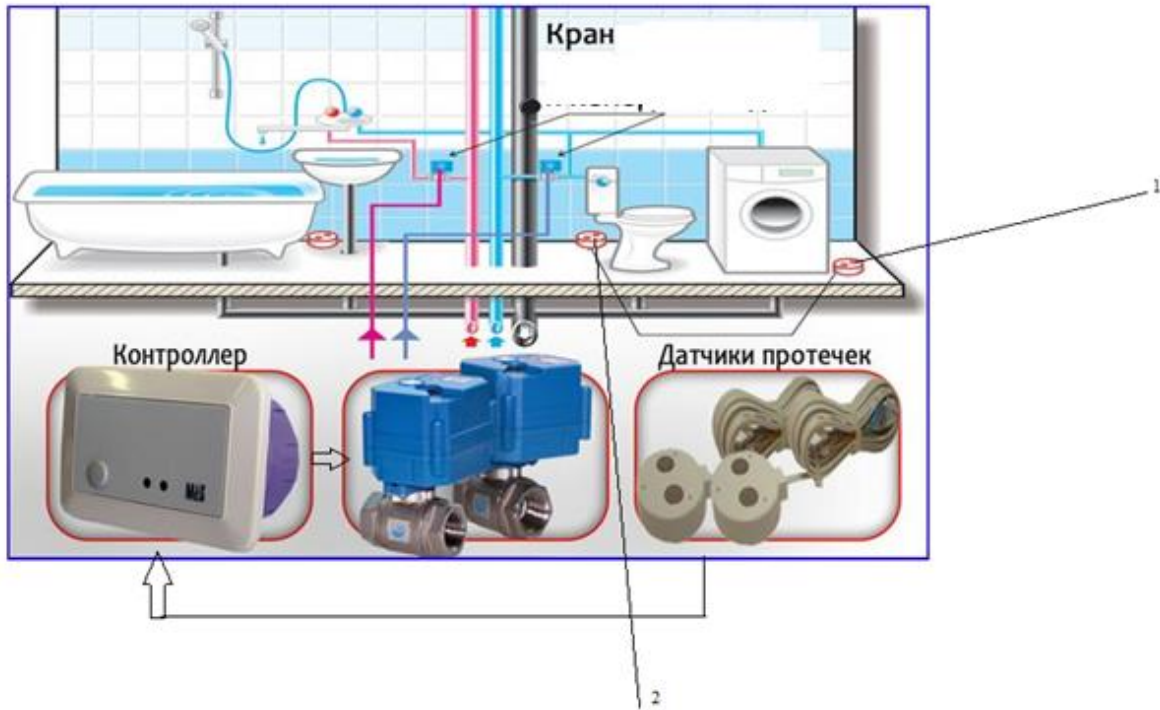


Рисунок 2.7 – Схема передачі на контролер

Програма для контролера ПР 200 системи управління запуску двигуна привода клапана водопостачання представлена на рис.2.8.

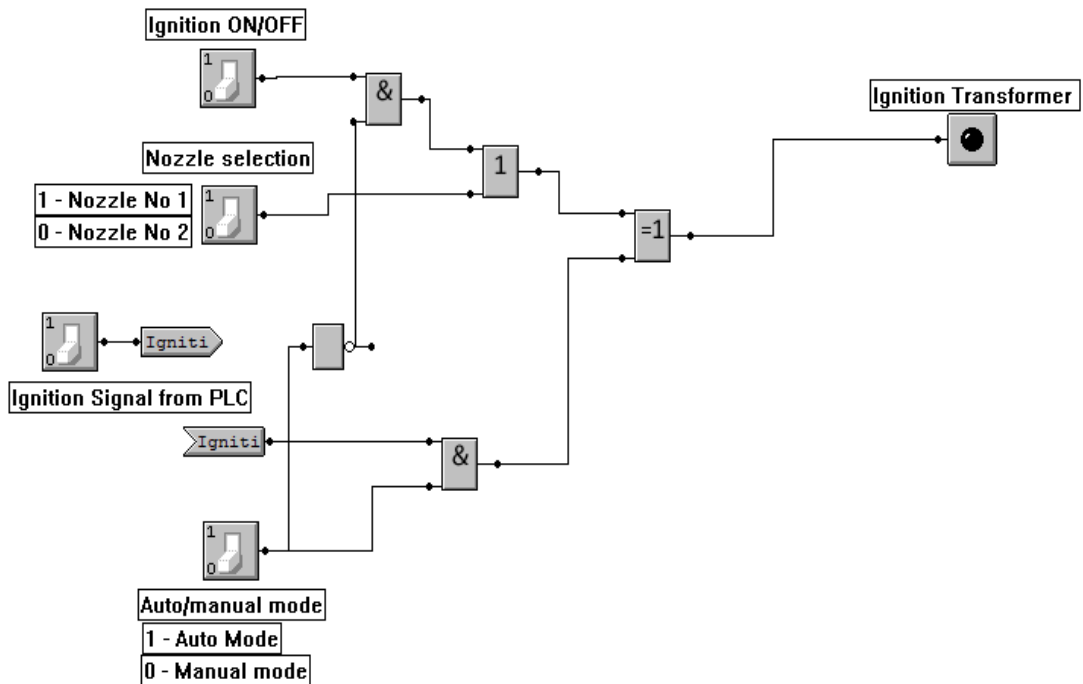


Рисунок 2.8. - Програма для запуску привода клапана системи водопостачання будинку

1. Запустити моделювання та перевірити роботу схеми згідно її опису відповідно до завдання (рис. 2.9).

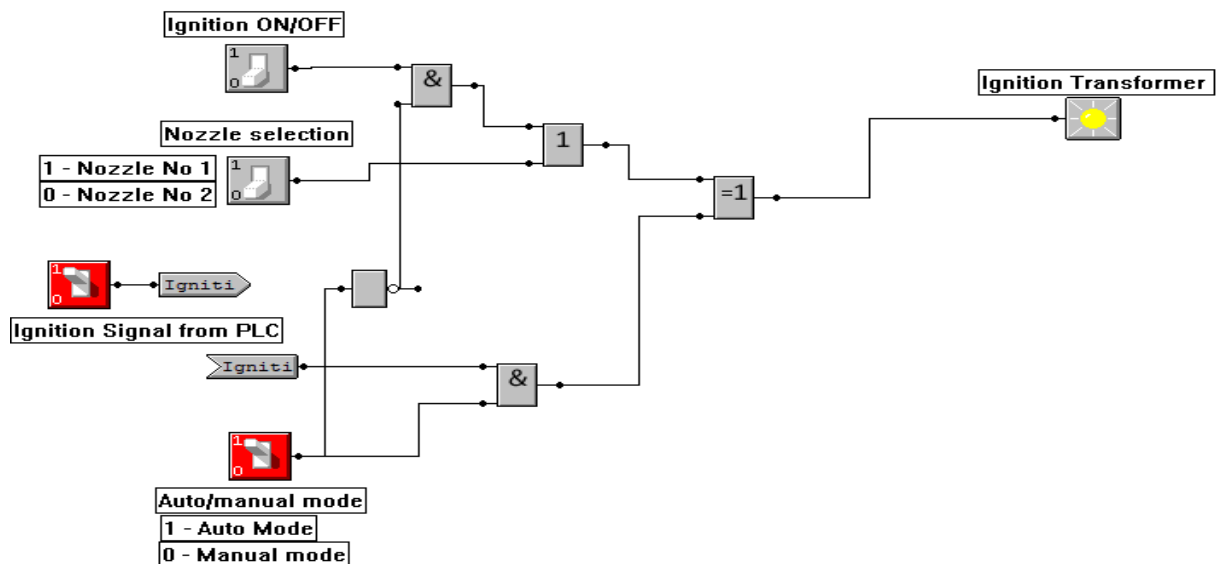


Рисунок 2.9. - Вибір автоматичного режиму роботи схеми управління клапана системи водопостачання від команди з ПЛК.

2.2. Розробка програми для підключення датчика рівня до контролера Ардуїно-уно

Датчик рівня води призначений визначення рівня води в різних ємностях, де недоступний візуальний контроль, з метою попередження перенаповнення ємності водою через критичну позначку. Конструкції датчиків рівня води можуть бути різними - поплавцеві, занурені, врізні. Даний датчик води, що використовується, – занурений. Чим більше занурення датчика у воду, тим менший опір між двома сусідніми проводами. Датчик має три контакти для підключення до контролера (рис.2.10).

- живлення датчика;
- земля;

S – аналогове значення.

На вихід S подається аналогове значення, яке можна передавати в контролер для подальшої обробки, аналізу та прийняття рішень. Датчик має

червоний світлодіод, що сигналізує про наявність вступника на датчик живлення.

Характеристика датчика [6]:

- Напруга живлення: 3.3-5 В;
- Струм споживання 20 мА;
- Вихід: аналоговий;
- Зона виявлення: 16×30 мм;
- Розміри: 62×20×8 мм;
- Робоча температура: 10 – 30°C.

Налаштувати датчик затоплення/рівня води за допомогою програми Arduino.

Це невеликий аналоговий датчик, який може виміряти глибину затоплення. Він має десять відкритих мідних доріжок, п'ять з яких є живильними, інші п'ять чутливими. При зануренні у воду вони з'єднуються водою.

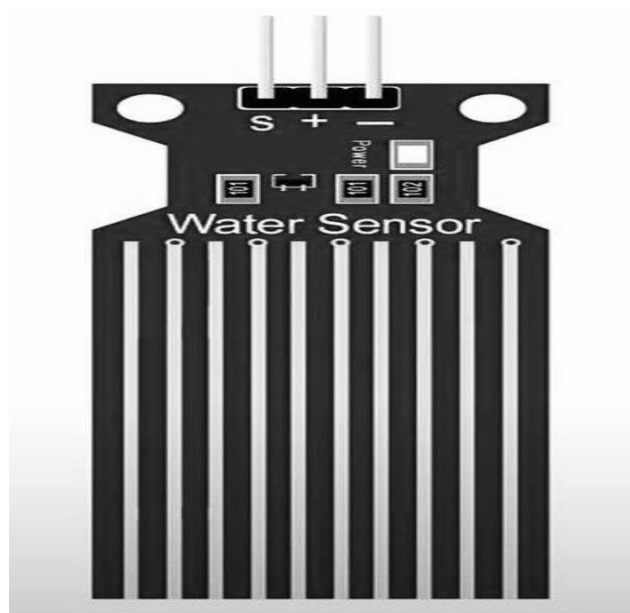


Рисунок 2.10 – Вид датчика рівня води

До датчика ми підключаємо п'ять вольт, землю та аналоговий вхід, наприклад А0. Схема такого підключення к портам (А0, живлення 5 В, та земля) контролера (рис.2.11) :

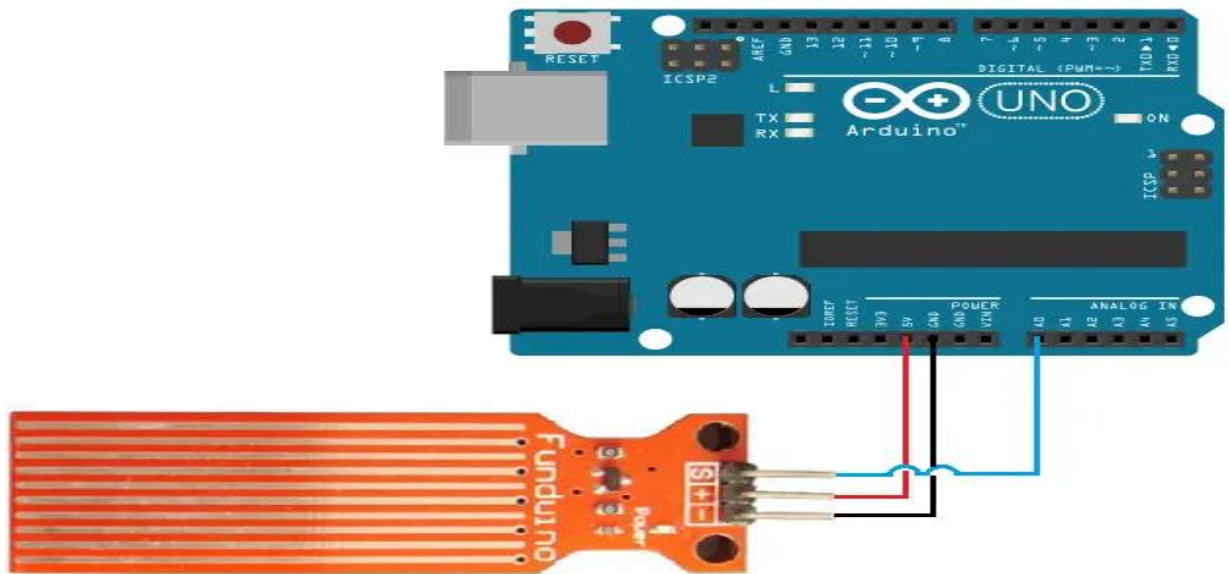


Рисунок 2.11 – Схема підключення датчика

Чим більша буде глибина, в яку ми опустимо датчик, тим менше у нього буде опір і більше значення коду він передасть. Датчик води підключимо до аналогового порту А0, а світлодіод до другогоцифрового порту. Пропишемо в кодї якщо на датчик потрапляє вода, то червоний світлодіод блиматиме (рис.2.12 -2.13).

```

_1602_i2c | Arduino 1.8.19
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
_1602_i2c $
1 int water = 0;
2 void setup()
3 {
4   Serial.begin(9600);
5   pinMode(A0, INPUT);
6   pinMode(2, OUTPUT);
7 }
8 void loop()
9 {
10  water = analogRead(A0);
11  Serial.println(water);
12  if (water > 105) {
13    digitalWrite(2, HIGH);
14  } else {
15    digitalWrite(2, LOW);
16  }
17  delay(50);
18 }
19
20

```

Рисунок 2.12 – Скриншот програми

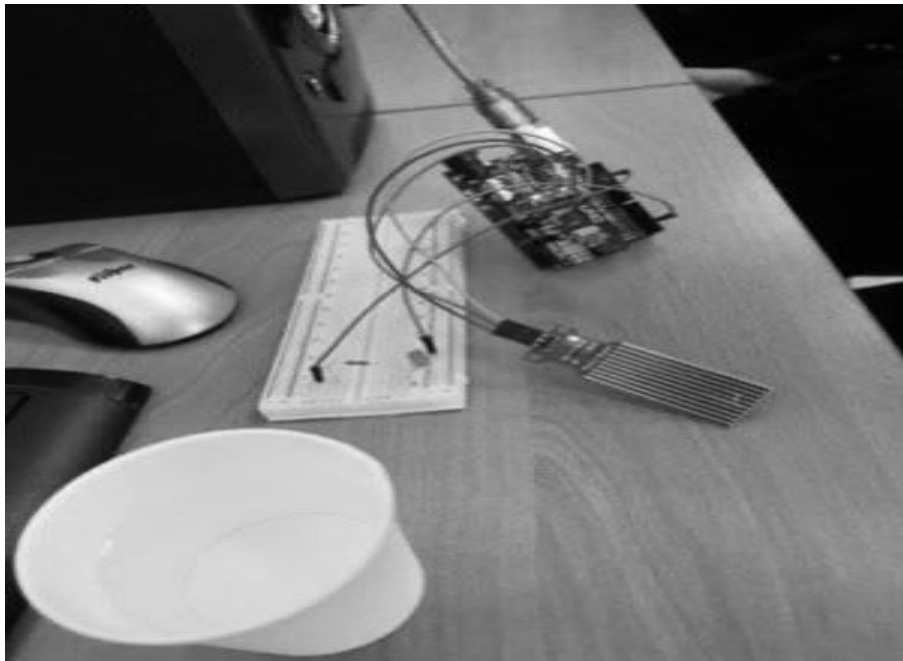


Рисунок 2.13 – Фотографія роботи пристрою контролю

Розглянемо підключення датчика рівня води до Arduino. Створимо проект звукової сигналізації затоплення приміщення. При зануренні датчика у воду сигналізація видає три види звукових сигналів (невелике затоплення, середній рівень, критичний рівень), що відповідає трьом рівням води. Для відтворення звукових можна до цифрового висновку підключити п'єзовипромінювач - електроакустичний пристрій відтворення звуку. Але при цьому звук виходить дуже тихий. Щоб отримати гучність більш пристойного рівня, до цифрового виводу Arduino динамік підключено транзистор. Зберемо схему, показану на рис. 2.13.

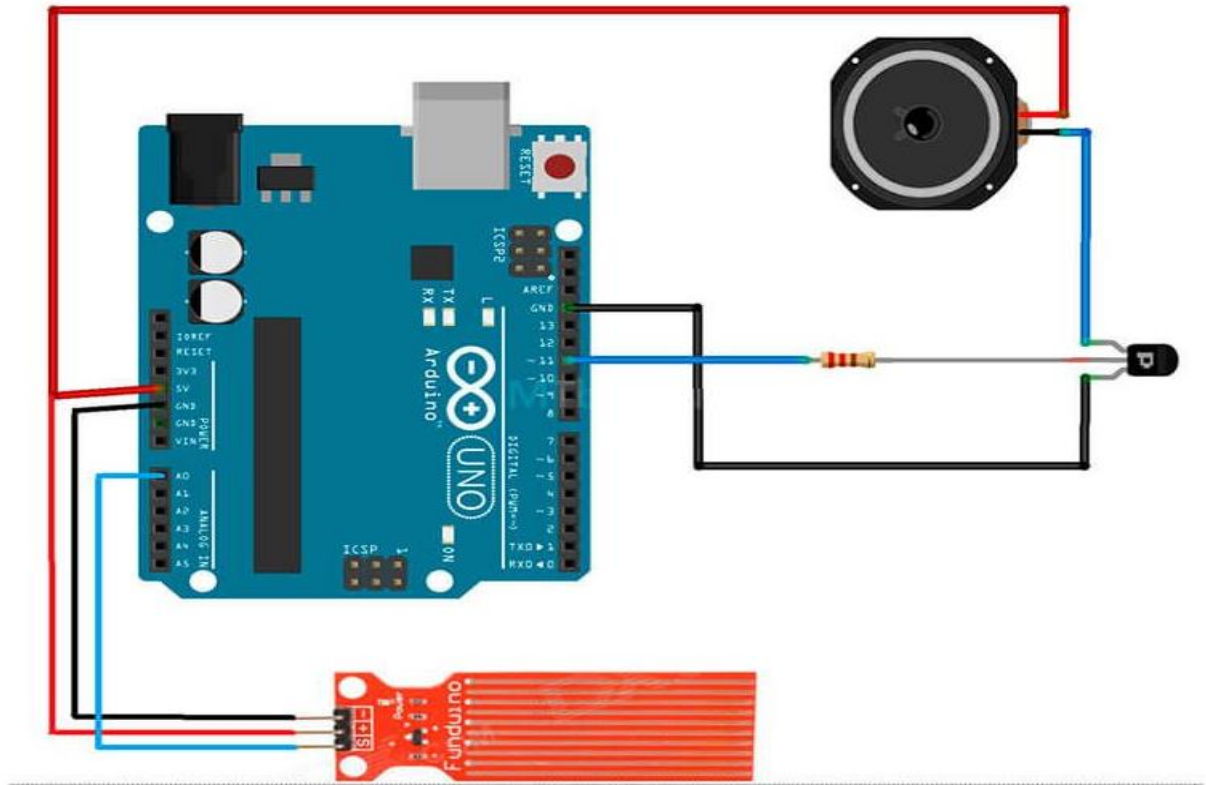


Рисунок 2.13 – Схема підключення динаміка

Для проекту нам знадобляться такі деталі:

- Плата Arduino Uno
- Датчик рівня води
- Динамік 8 Ом
- Резистор 500 Ом
- Транзистор КТ503е
- З'єднувальні дроти

Запустимо Arduino IDE. Створимо новий скетч і внесемо до нього наступні рядки

```
// Скетч для огляду датчика рівня води
// 3d-diy.com
// контакт підключення аналогового виходу датчика
int aPin = A0;
// контакт підключення виведення реле
int soundPin=11;
//Частота звукового сигналу
```

```
int freq [3] = {587,466,293};  
// Змінна для збереження значення датчика  
int avalue=0;  
// значення рівнів  
int levels [3] = {600,500,400};  
// поточний рівень  
int level = 0;  
void setup()  
{  
  // ініціалізація послідовного порту  
  Serial.begin(9600);  
  // Налаштування висновків індикації світлодіодів  
  // У режим OUTPUT  
  pinMode(soundPin,OUTPUT);  
}  
void loop()  
{  
  // Отримання значення з аналогового виведення датчика  
  avalue=analogRead(aPin);  
  // виведення значення монітор послідовного порту Arduino  
  Serial.print("avalue=");Serial.println(avalue);  
  // Висновок звуку різної частоти для різних рівнів занурення  
  if(avalue>levels[0])  
    tone(soundPin,freq[0],2000);  
  else if(avalue>levels[1])  
    tone(soundPin,freq[1],2000);  
  else if(avalue>levels[2])  
    tone(soundPin,freq[2],2000);  
  else  
    noTone(soundPin);
```

```
// Пауза перед наступним набуттям значення 1000 мс  
delay(1000);
```

Аналоговий вихід датчика підключений до аналогового входу Arduino, який є аналого-цифровий перетворювач (АЦП) з роздільною здатністю 10 біт, що дозволяє на виході отримувати значення від 0 до 1023. Значення аналогових сигналів на аналоговому вході Arduino для трьох рівнів занурення були визначені експериментальним шляхом : > 400 - мінімальне занурення; > 500 – середній рівень занурення; > 600 – велике занурення. Відповідно для кожного рівня занурення на динаміці відтворюється звуковий сигнал різної частоти: мінімальне занурення - 293 Гц (нота ре 1 октави); середній рівень занурення - 466 Гц (нота сі-бімоль 1 октави); велике занурення - 587 Гц (нота ре 2 октави). За відсутності занурення звуковий сигнал на динаміці не відтворюється.

2.3. Розробка нечіткої системи управління комфортної температурою гарячої води

З роботою змішувача холодної та гарячої води ми стикаємося мало не щодня. Якщо напір води постійний, то особливої потреби в керуванні цим простим пристроєм немає – достатньо ручку змішування встановити у потрібне положення та проконтролювати рукою температуру води. Але, якщо тиск води постійно змінюється, то без автоматичного регулятора температури не обійтись. Як перший приклад використання систем нечіткого виведення у завданнях управління, розглядається завдання управління змішувачем води при прийнятті душу. Це завдання є одним із найпростіших, яке може бути вирішене методами нечіткого моделювання. Для певності припустимо, що як алгоритм нечіткого висновку використовуватиметься алгоритм Мамдані. При прийнятті душу на вхід змішувача подається холодна та гаряча вода відповідними магістральними трубопроводами. Найбільш комфортні умови для душу створюються за наявності на виході змішувача теплої води постійної

температури. Оскільки під час прийняття душу може спостерігатись нерівномірна витрата води, температура води на виході змішувача коливатиметься, що призводить до необхідності ручної зміни подачі холодної або гарячої води. Завдання полягає в тому, щоб зробити регулювання температури автоматичної води, забезпечуючи постійну температуру води на виході змішувача (рис. 2.15). У цьому нечіткий контролер оснащений пристроєм системи голосового управління тобто. у його основі закладено терми тепла, холодна, холодна, гаряча вода.

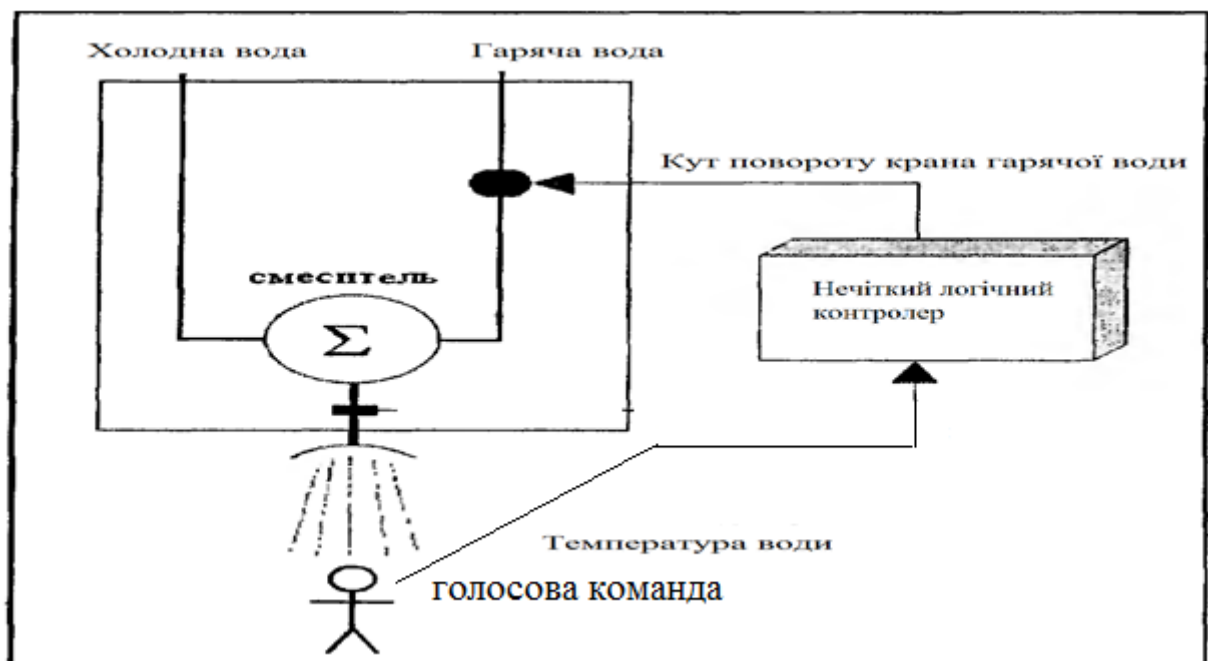


Рисунок 2.15 – Схема голосового управління

Досвід прийняття душу дозволяє сформулювати кілька евристичних правил, які ми застосовуємо у разі регулювання температури води на виході змішувача за допомогою голосових команд:

- Якщо вода гаряча, слід повернути вентиль крана гарячої води на великий кут вправо.

- Якщо вода не дуже гаряча, слід повернути вентиль крана гарячої води на невеликий кут вправо.
- Якщо вода тепла, залиште вентиль крана гарячої води без впливу.
- Якщо вода прохолодна, слід повернути вентиль крана гарячої води на невеликий кут вліво.
- Якщо вода холодна, слід повернути вентиль крана гарячої води на великий кут вліво.

Ця інформація використовуватиметься при побудові бази правил системи нечіткого висновку, що дозволяє реалізувати цю модель нечіткого управління. Побудова бази нечітких лінгвістичних правил Для формування бази правил систем нечіткого виведення необхідно заздалегідь визначити вхідні та вихідні лінгвістичні змінні. Очевидно, як вхідна лінгвістична змінна слід використовувати температуру води на виході змішувача або формально: β_1 - "температура води". Як вихідний лінгвістичної змінної будемо використовувати кут повороту вентиля крана гарячої води або формально β_2 - "кут повороту". У цьому випадку система нечіткого висновку міститиме правила нечітких продукцій наступного виду [6]:

ПРАВИЛО_1: ЯКЩО " $\beta_1 = \text{PB}$ ", ТО " $\beta_2 = \text{NB}$ "

На першому етапі проводиться фазифікації (побудова функцій приналежності вхідних та вихідних параметрів). В якості входу приймається температура води з термами при відчутті людини (тепла, холодна, гояча). Вихідним параметром є кут повороту змішувача. На змішувачі встановлений електромагнітний клапан. На цей клапан надходить сигнал від нечіткого контролера. Основні етапи розробки програмного забезпечення для нечіткого контролера та прошивка його пам'яті показані на рисунках нижче.

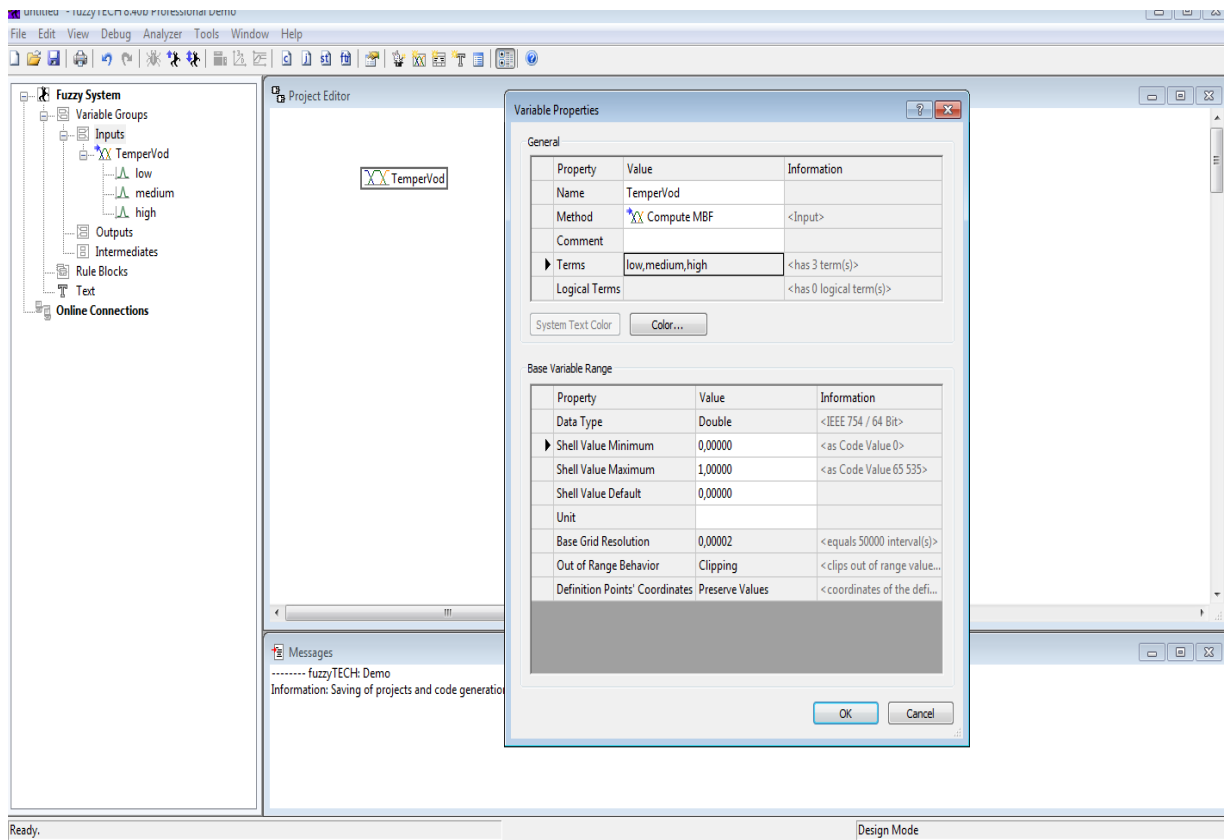


Рисунок 2.16 – Етап встановлення форми функцій належності та інтервалу вхідного параметра «температура гарячої води в душовій»

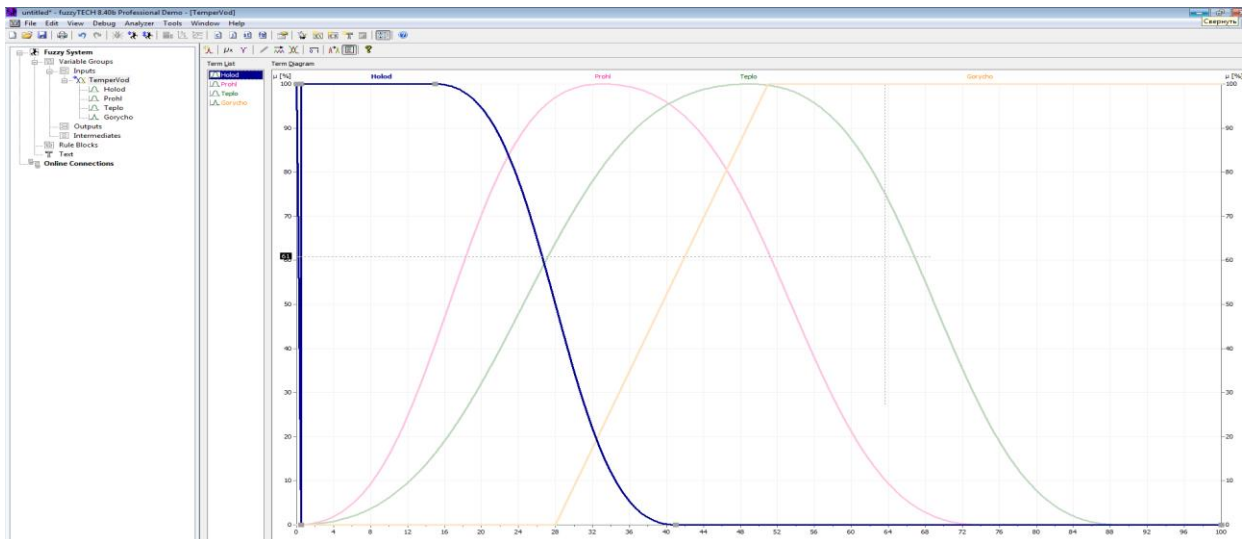


Рисунок 2.17 – Функції належності температури води згідно з правилами

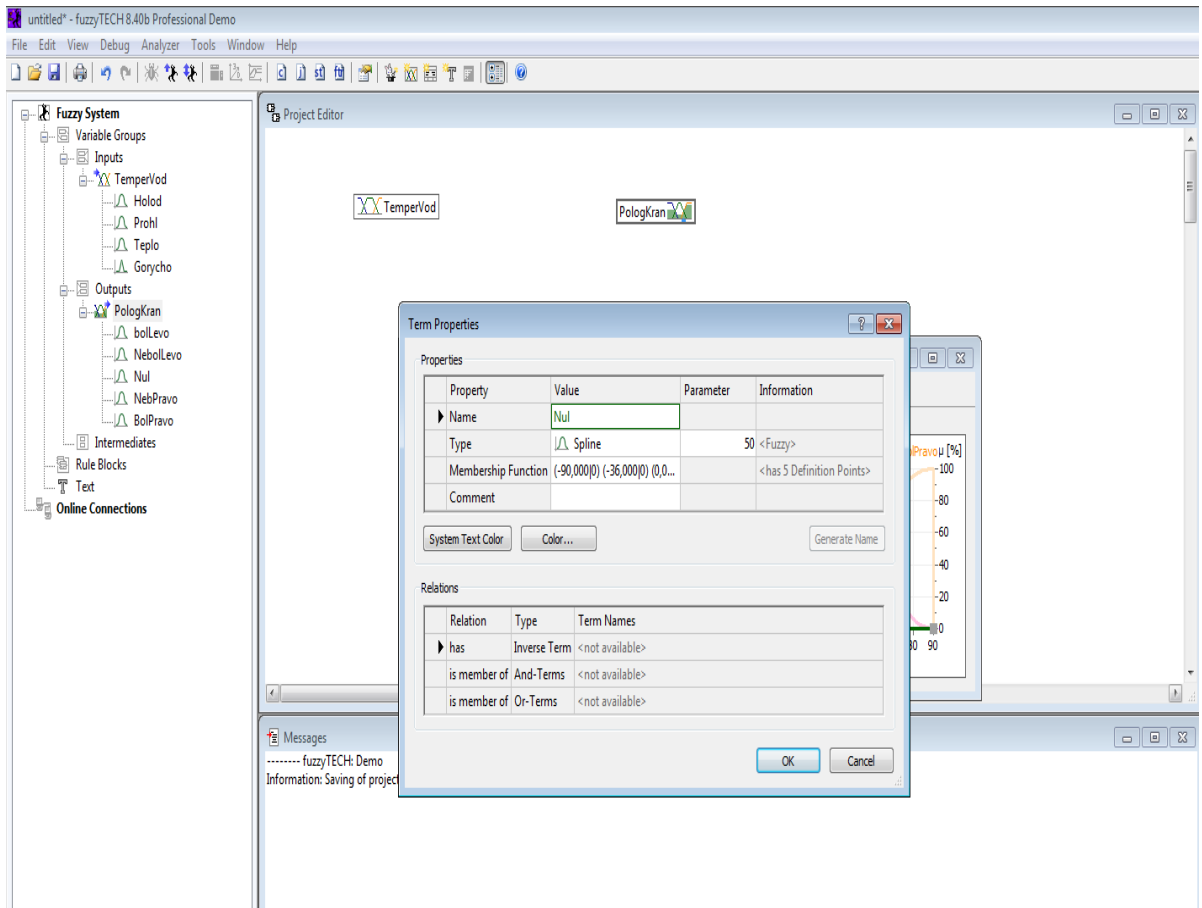


Рисунок 2.18 – Етап вибору кількості функцій належності вихідного параметра

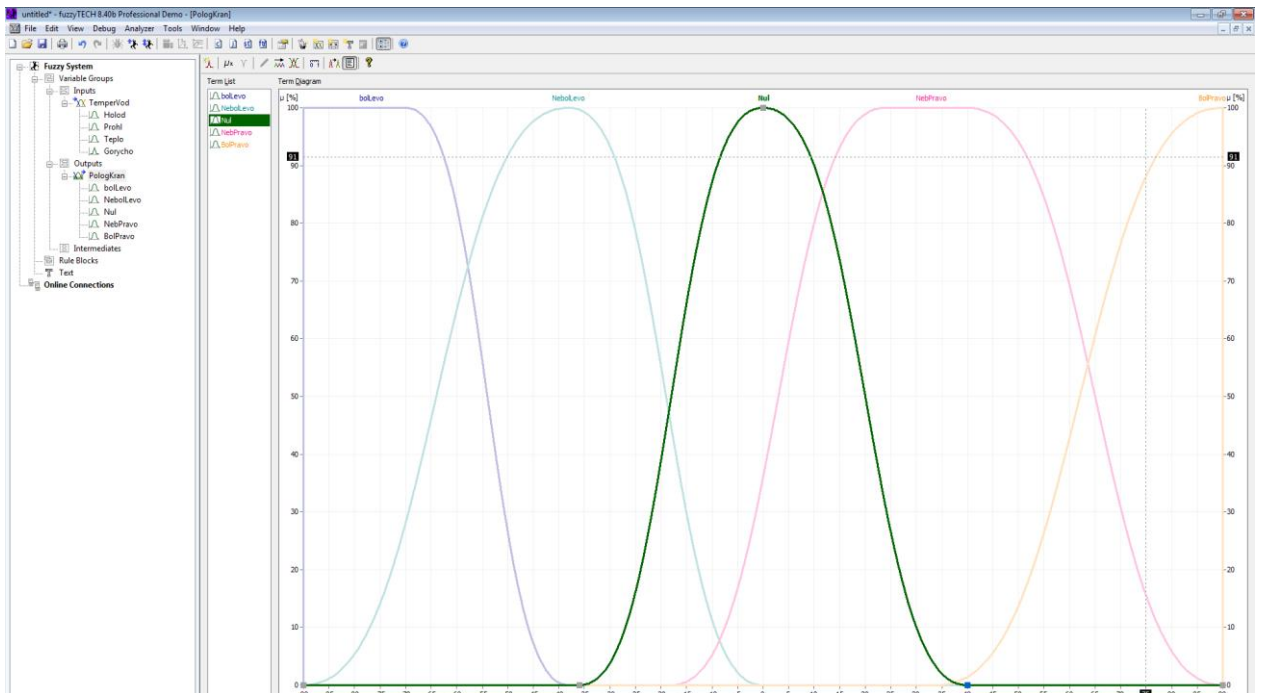


Рисунок 2.19 – Етап створення функцій приналежності кут відкриття

змішувача гарячої води

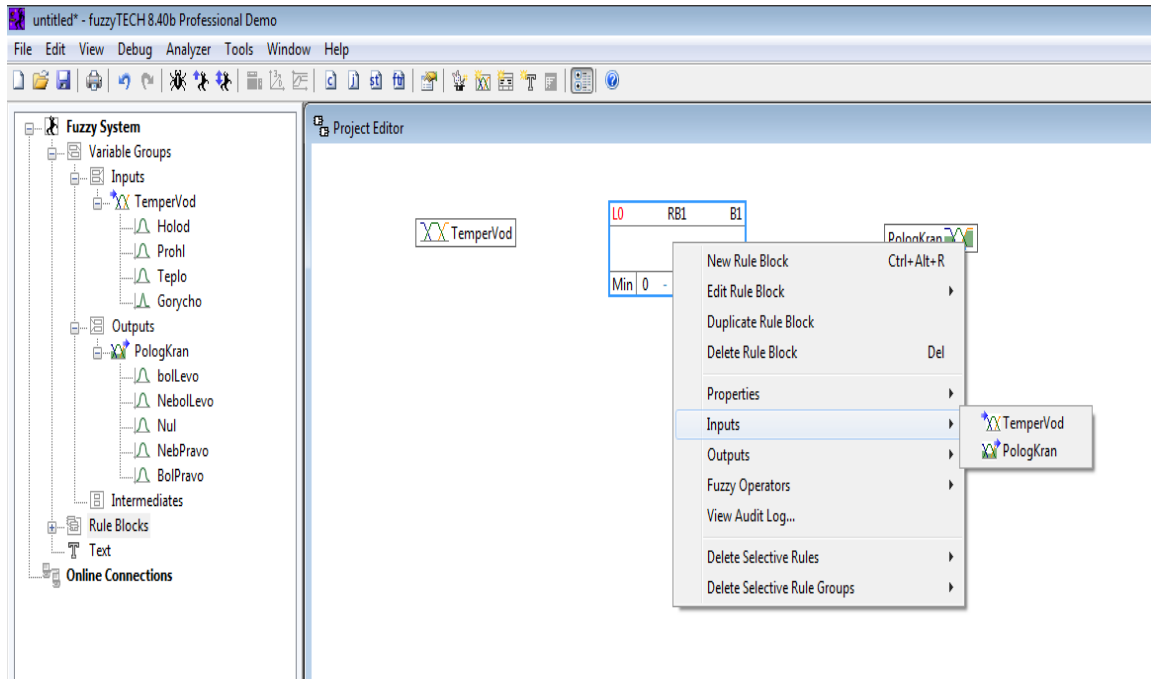


Рисунок 2.20 – Етап встановлення зв'язку між базою правил та вхідною змінною

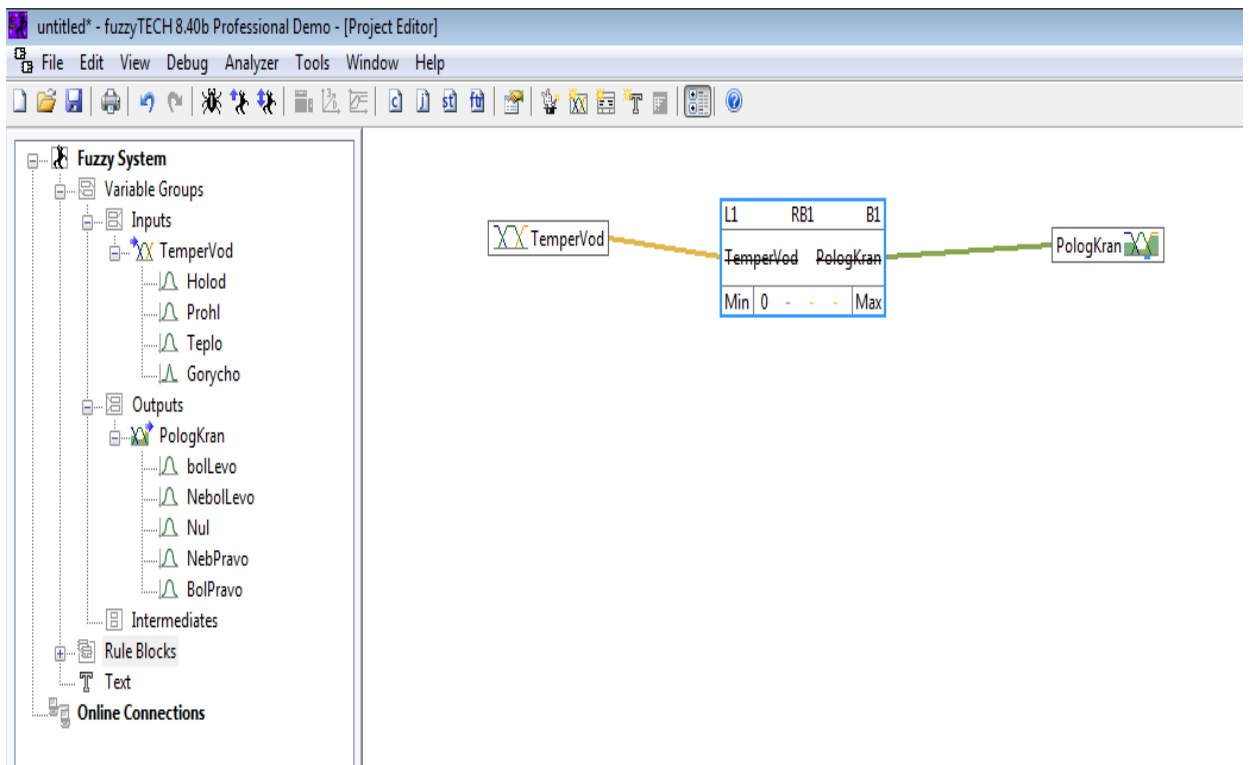


Рисунок 2.21 - Структурна схема нечіткої системи у програми FuzzyTECH.

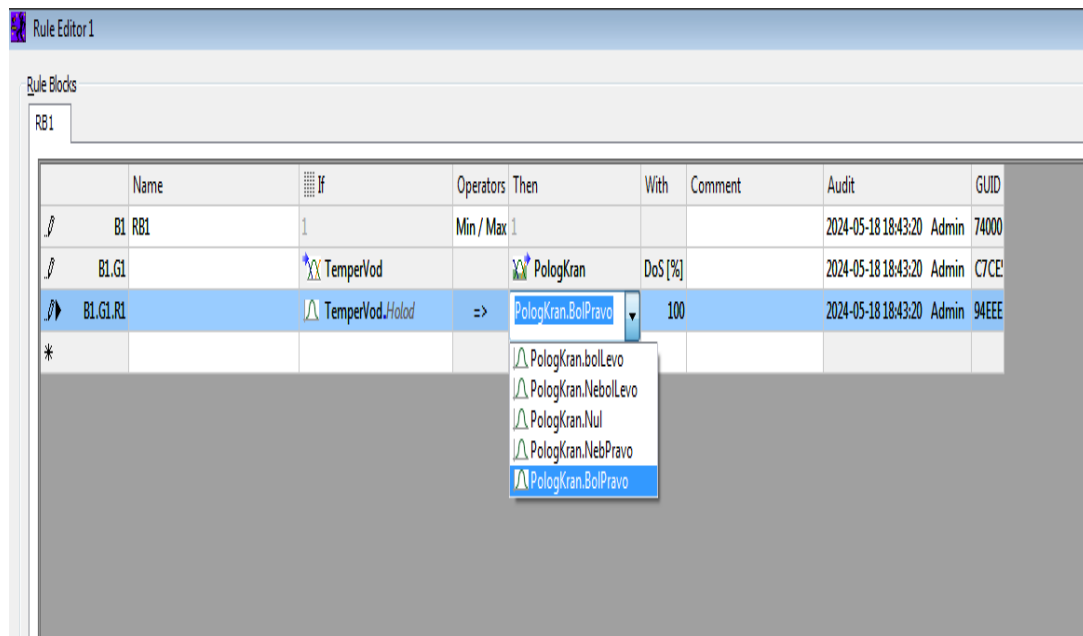


Рисунок 2.22 – Етап формування бази правил нечіткого контролера

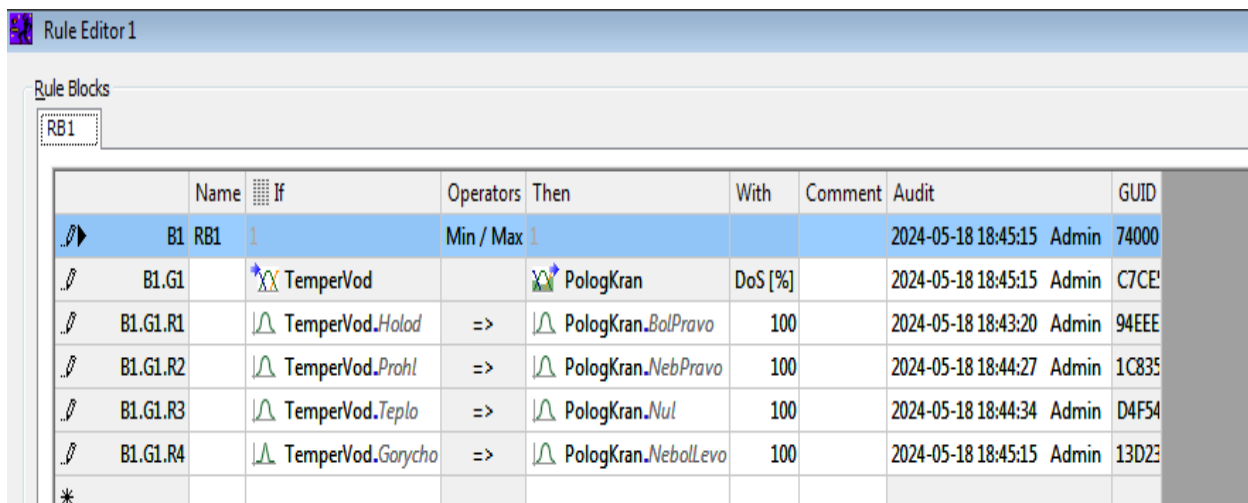


Рисунок 2.23 - База правил системи у вигляді логічних виразів

Запустимо програму і проаналізуємо отримані результати системи при деяких довільних заданих значеннях.

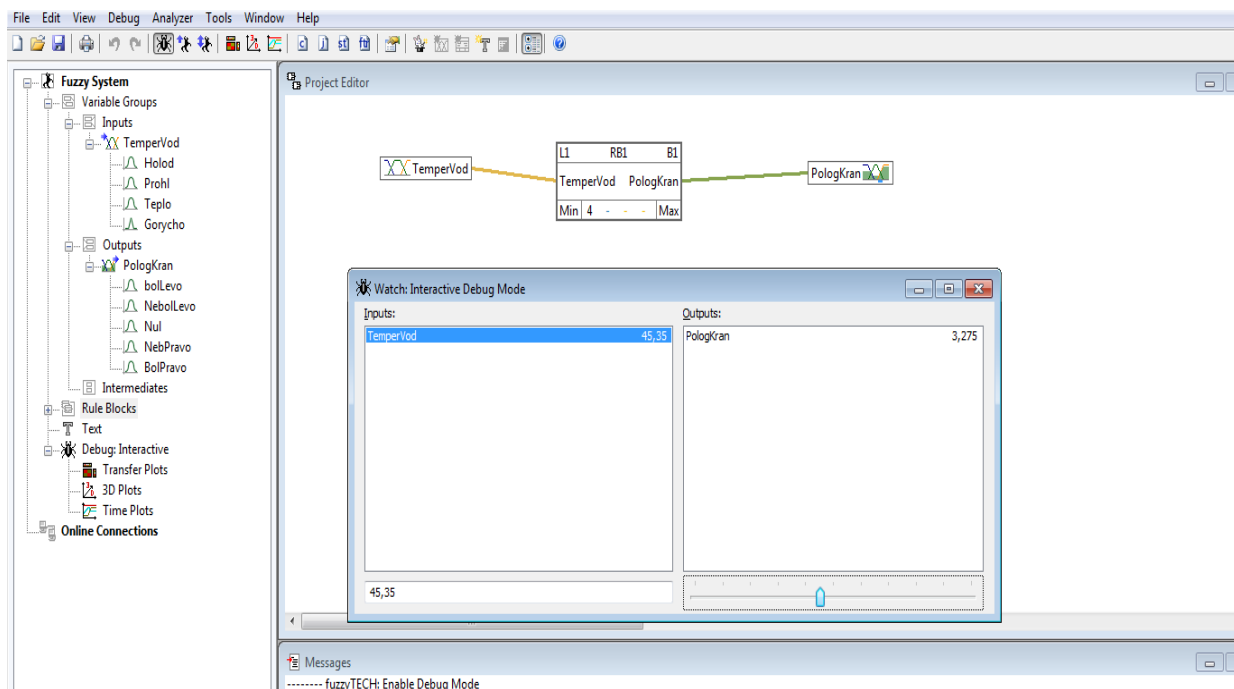


Рисунок 2.24 - Результати дії контролера на основі вхідних даних

Змінимо значення вхідних даних на значення та подивимося результати нечіткої системи (рис.2.25)

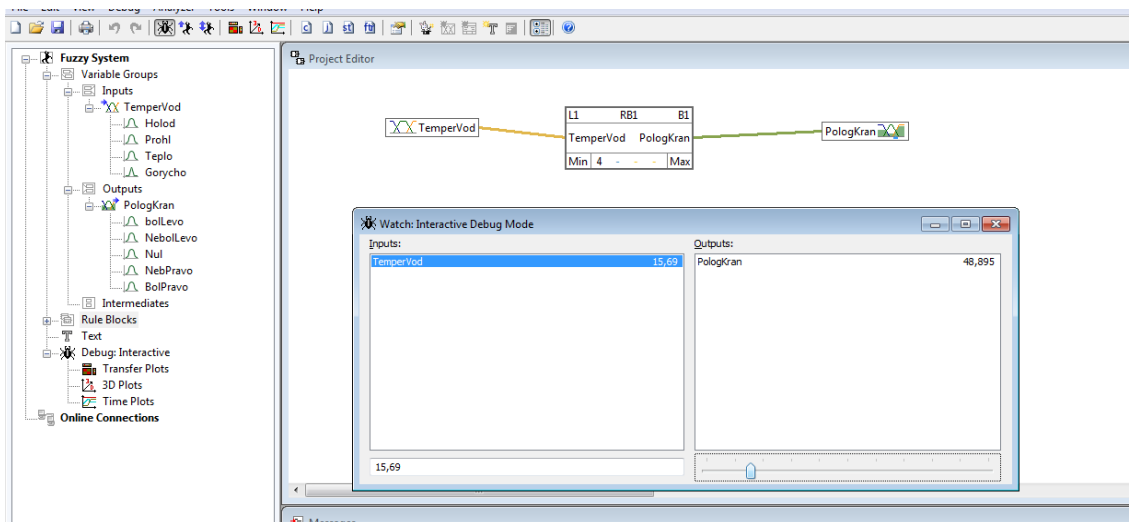


Рисунок 2.25 - Результати системи управління на основі других вхідних даних

Додатково, для наочності, продемонструємо графічну інтерпретацію залежності у вигляді тривимірного графіка (рис.2.26)

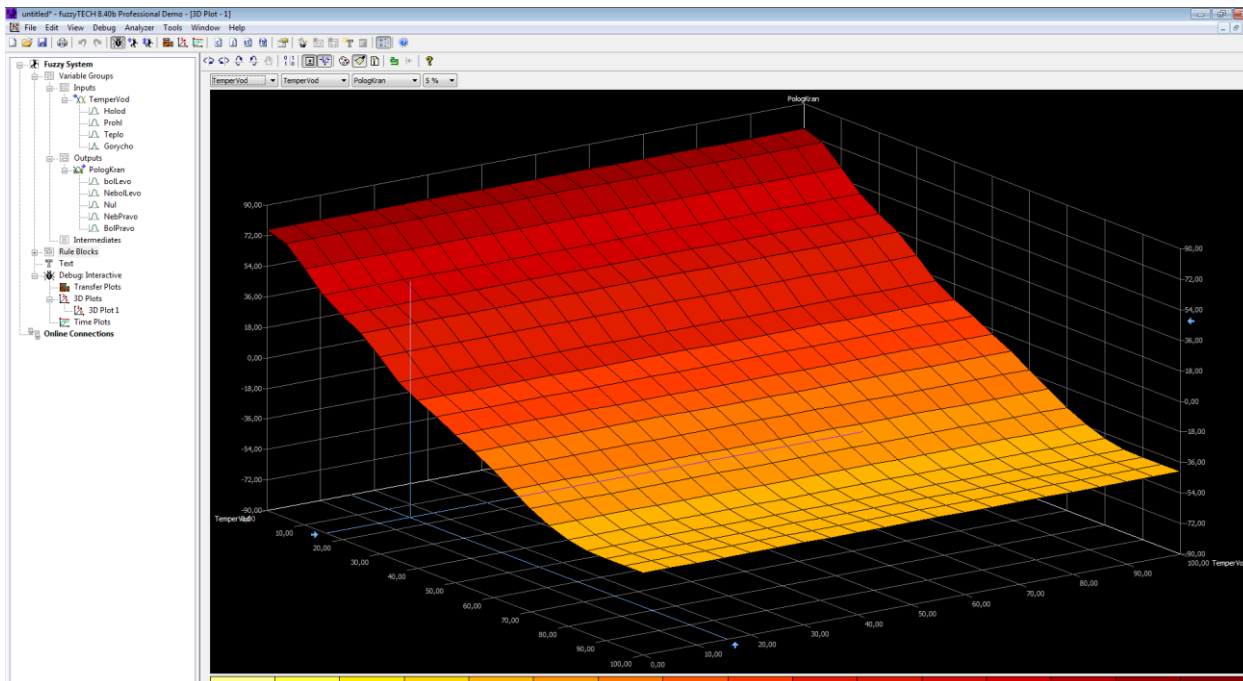


Рисунок 2.26 – Тримірна поверхність управління контролера

Як можна бачити за результатами, система працює коректно у штатному режимі та виконує поставлені завдання. Збої та помилки відсутні. Завдання виконані.

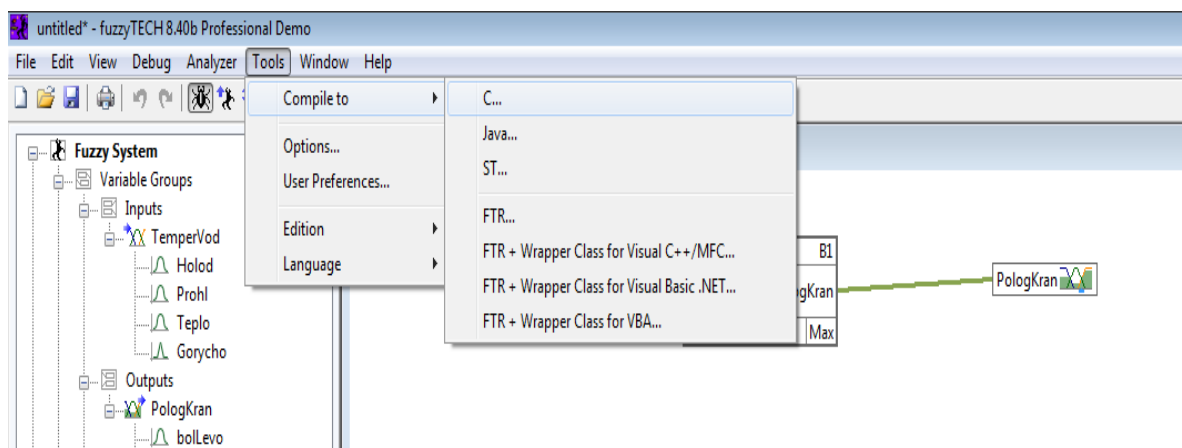


Рисунок 2.27 - Компіляція програмного коду

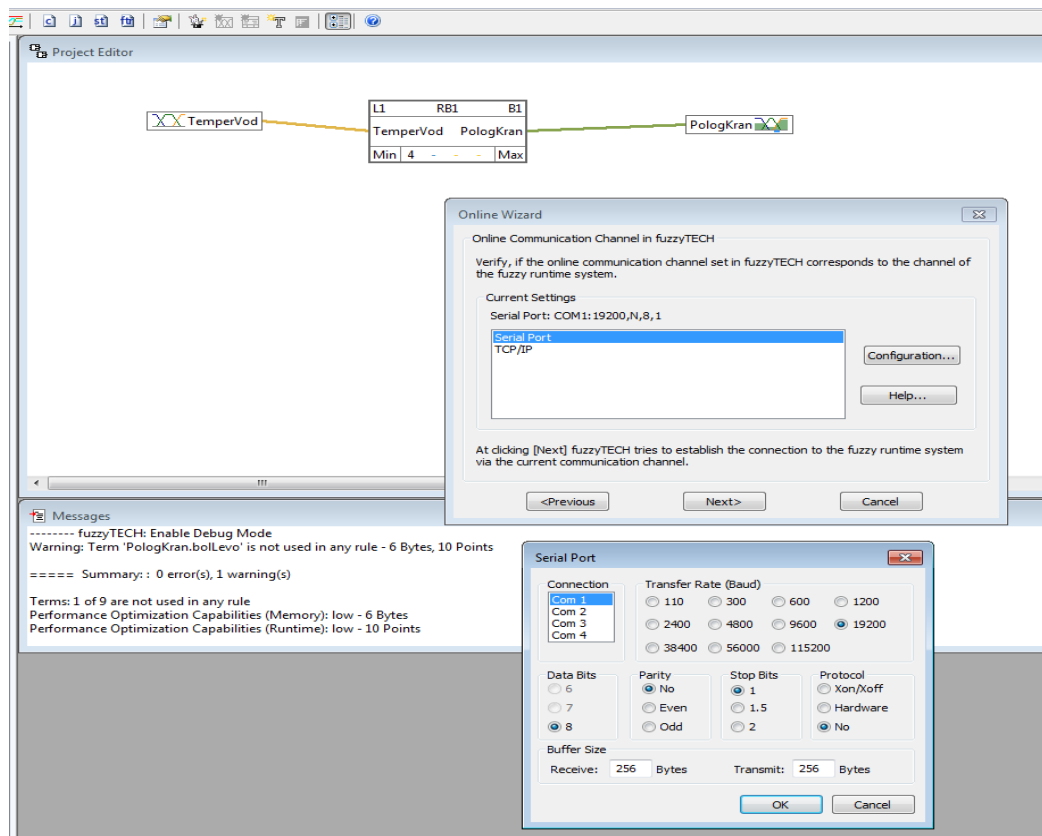


Рисунок 2.28 – Етап підключення контролера до комп'ютера для прошивки програми

3. СИСТЕМА ДАІГНОСТИКИ РОБОТИ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1. Аналіз причин несправності роботи насосного обладнання

Досвід використання методів математичного моделювання та комп'ютерів у різних сферах цілеспрямованої людської діяльності призвів до розуміння багатьох принципових труднощів, що виникають при їх впровадженні в реальну практику, зіткану з безперервної низки актів прийняття рішень. Виявилось, що особа, яка приймає рішення, при прийнятті рішення враховує величезну кількість різноманітних показників, уявити які у вигляді єдиного критерію вдається тільки в окремих випадках. Стало ясно, що методики природничих наук, що успішно застосовувалися при моделюванні технологічного рівня соціально-економічної системи, зовсім недостатньо для вирішення більш складних проблем, які, по суті, багатокритеріальні. При пошуку "найкращого" плану або альтернативи істотне значення мають фактори, що не піддаються формалізації (соціальні, організаційні, політичні, психологічні тощо). Тому керівник (ЛПР), який аналізує рішення, запропоноване йому фахівцем з математичного моделювання, і розуміє, що неформалізовані фактори можуть мати сильніший вплив на результат, ніж, наприклад, оптимальний розподіл ресурсів, схильний поставитися скептично до такого рішення, що не враховує ясні для ЛПР можливості підвищення ефективності прийнятих рішень. Якщо, крім того, врахувати, що ЛПР зазвичай має в голові (але не в моделі!) величезну кількість обмежень, які він не хотів би порушити, то стане ясно, чому він схильний прийняти власне рішення, відмінне від отриманого за допомогою комп'ютера. Один із способів практичного подолання перелічених труднощів полягає у включенні ЛПР у процес побудови моделей та прийняття рішень на їх основі. Для цього призначені людино-машинні (імітаційні) системи. Одним із класів таких систем є системи підтримки прийняття рішень (СППР), в рамках яких досвід та неформалізовані знання ЛПР поєднуються з математичним дослідженням.

У системі опалення та водопостачання із примусовою циркуляцією серцем є циркуляційний насос (рис.3.1). Від його стабільної роботи залежить наявність обігріву та його якість. Те саме стосується і закритих систем гарячого водопостачання з постійним струмом води в трубах між котлом і ємністю, що акумулює. Під час експлуатації неминуче постає питання, як виконати технічне обслуговування циркуляційних насосів водопостачання та ремонт циркуляційного насоса, щоб він продовжував працювати стабільно та безвідмовно. Чим точніше дотримуються правила експлуатації та регулярніше виконується технічне обслуговування циркуляційних насосів водопостачання, тим рідше доведеться думати про його ремонт чи заміну. Діагностика циркуляційних насосів водопостачання – це маніпуляції, які повинні виконуватися не тільки при першому пуску, але й при кожному плановому та позаплановому ремонті, при кожному запуску після періоду бездіяльності та, звичайно, при підозрі на несправність. Діагностика циркуляційних насосів водопостачання виконується з допомогою спеціального устаткування (рис.3.2-3.3) . Під час перевірки насос примусово працює на межі допустимої потужності та отримує робочий тиск та інші параметри протягом усього періоду експлуатації бажано періодично проводити сервіс циркуляційних насосів водопостачання: Місця приєднання перевіряються на предмет протікання. При виявленні замінюються прокладки та ущільнювачі (клоччя, ФУМ-стрічка тощо).•

- Візуально перевіряється наявність та стан заземлення.
- Звук працюючого двигуна не повинен супроводжуватися брязкотом або ударами, сторонніми звуками.
- Двигун не повинен сильно вібрувати.



Рисунок 3.1 – Циркуляційний насос системи водопостачання



Рисунок 3.2 - Забір опору ізоляції двигуна

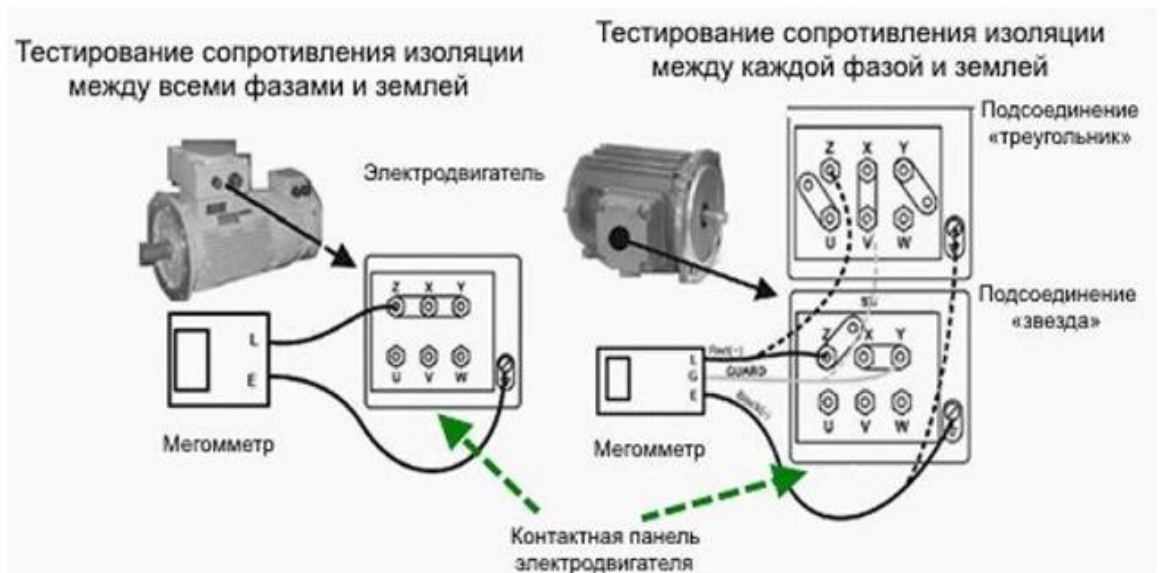


Рисунок 3.3 – Схема підключення приладу до двигуна насоса

3.2. Створення експертної системи для пошуку несправності насосного обладнання в програмі Orange

Аналітична система Orange – це програма з відкритим вихідним кодом для машинного навчання та візуалізації даних, що має великий набір дослідницьких функцій. Програмний продукт Orange, що розробляється Лабораторією біоінформатики Люблянського університету, призначена для інтелектуального аналізу даних, статистичних досліджень та візуалізації даних [9]. Програма реалізує методи теорії прийняття рішень – дерево рішень.

Дерево прийняття рішень (також називають деревом класифікації або регресійним деревом) — засіб підтримки прийняття рішень, що використовується в машинному навчанні, аналізі даних та статистиці. Структура дерева є "листя" та "гілки". На ребрах ("гілках") дерева рішення записані ознаки, від яких залежить цільова функція, на "листях" записані значення цільової функції, а інших вузлах — ознаки, за якими відрізняються випадки. Щоб класифікувати новий випадок, треба спуститись по дереву до листа і видати відповідне значення [10]. Подібні дерева рішень широко використовують у інтелектуальному аналізі даних. Мета полягає в тому, щоб

створити модель, яка передбачає значення цільової змінної на основі декількох змінних на вході. Кожен лист є значення цільової змінної, зміненої в ході руху від кореня по ребрах дерева до листа. Кожен внутрішній вузол зіставляється з однією з вхідних змінних. В інтелектуальному аналізі даних дерева рішень можуть бути використані як математичні та обчислювальні методи, щоб допомогти описати, класифікувати і узагальнити набір даних, які можуть бути записані наступним чином:

$$(x, Y) = (x_1, x_2, \dots, x_n, Y).$$

Залежна змінна Y є цільовою змінною (міна), яку необхідно проаналізувати, класифікувати та узагальнити. Вектор x складається з вхідних змінних x_n (розмір, глибина залягання, форма, температура), які використовуються для виконання цього завдання.

Для аналізу вхідної інформації складено програму бінарної класифікації з алгоритмом дерева рішень (рис.3.4)

На початковому етапі була розроблена база даних (рис.3.5.) на основі інформації про характеристик елементів насоса та його електродвигуна

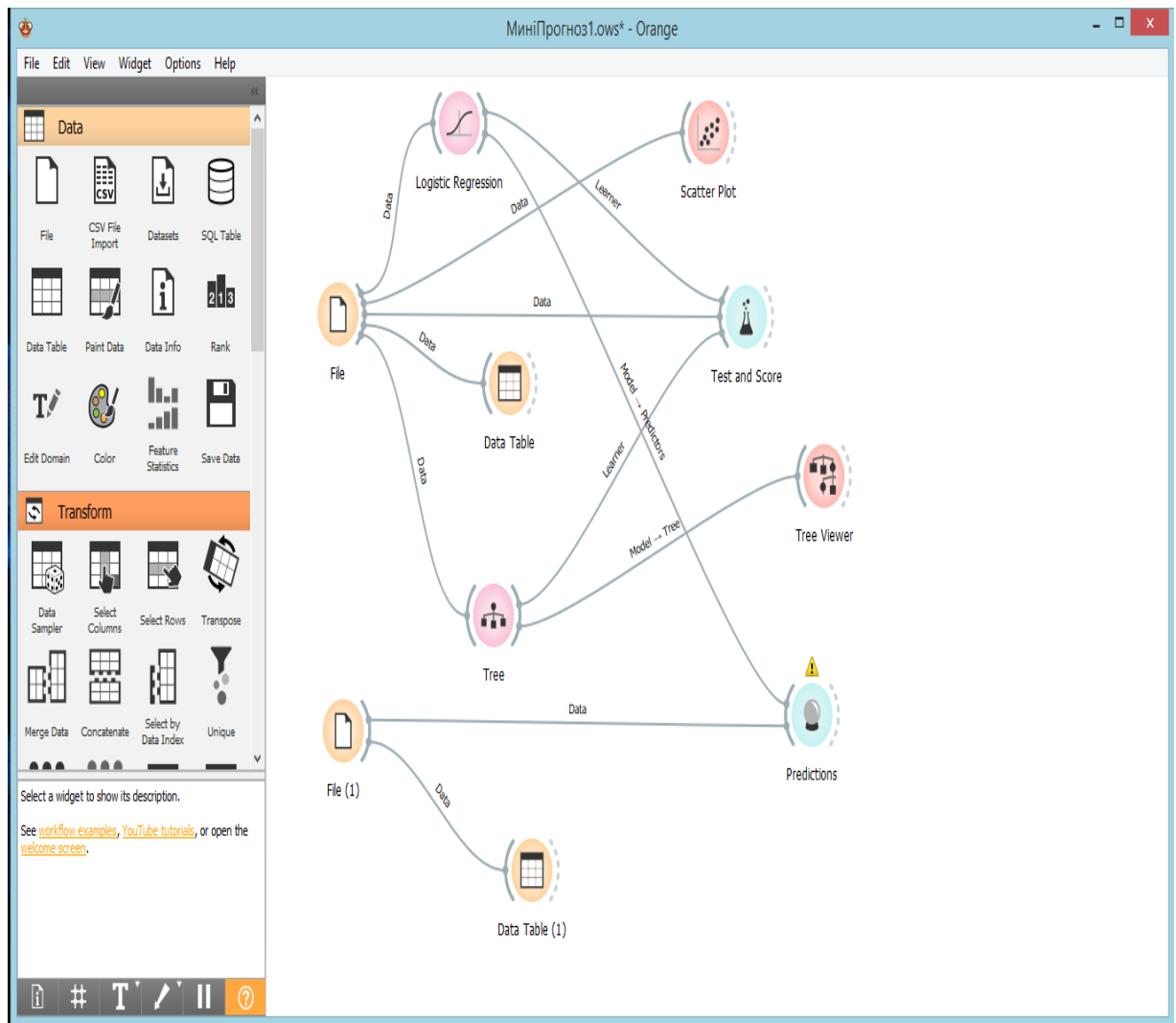


Рисунок 3.4 - Програма пошуку причин

Для перегляду бази даних використовується програмний модуль Data Table (рис. 3.5). Як параметри використовуються температура корпусу насоса, тиск води, рівень вібрації та опір обмоток ізоляції двигуна.

The screenshot shows the 'Data Table - Orange' window. On the left, there is a control panel with the following settings:

- Info: 11 instances (no missing data), 4 features, Target with 2 values, No meta attributes.
- Variables: Show variable labels (if present), Visualize numeric values, Color by instance classes.
- Selection: Select full rows.
- Buttons: Restore Original Order, Send Automatically.
- Footer: ? | 11 | 11 | 11

The main table displays the following data:

	насос	Темпер корпус	Тиск	Вибрація	Опир обмотки
1	двигун	90	10	9	5
2	насос	110	8	12	15
3	двигун	120	10	7	3
4	насос	115	6	10	12
5	двигун	80	9	6	2
6	насос	121	3	10	10
7	двигун	100	8	7	3
8	насос	80	8	15	15
9	двигун	120	10	7	5
10	насос	115	1	15	12
11	двигун	116	5	6	4

Рисунок 3.5.- Фрагмент бази даних характеристик насоса та двигуна

The screenshot shows the 'File - Orange' widget configuration. The 'Source' section is set to 'File: Насос.xlsx' with 'Sheet: Лист1'. The 'File Type' is set to 'Automatically detect type'. The 'Info' section shows: 11 instance(s), 5 feature(s) (no missing values), Data has no target variable, 0 meta attribute(s). The 'Columns' table is as follows:

	Name	Type	Role	Values
1	насос	C categorical	target	двигун, насос
2	Темпер корпус	N numeric	feature	
3	Тиск	N numeric	feature	
4	Вибрація	N numeric	feature	
5	Опир обмотки	N numeric	feature	

Buttons: Reset, Apply, Browse documentation datasets. Footer: ? | 11

Рисунок 3.6 - Установка мети прогнозу

На рисунку 3.6. представлені модулі Distributions, де можна побачити розподіл характеристик представлених для класифікації об'єктів.

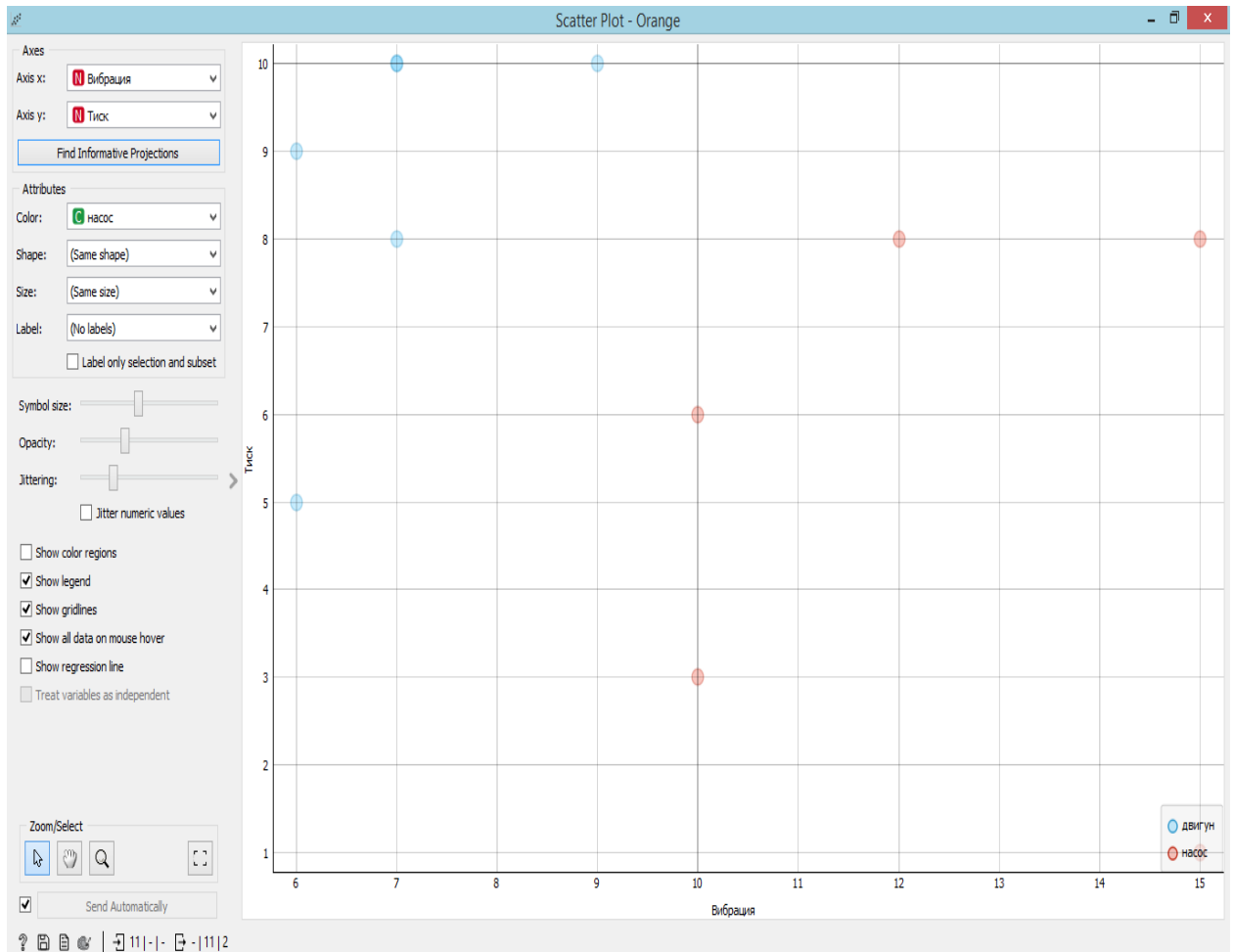


Рисунок 3.7 - Розподіл досліджуваних об'єктів по уроню вібрації та тиску

З метою побудови дерева використовуються модуль Test and Score (рис. 6) для оцінки якості моделі та модуль Tree з граничним значенням розрахунку дерева – 83 %. Показник адекватності моделі $AUC = 0.83$ (див. рис.6). Показник AUC (Area Under the ROC Curve) – це міра, яка дозволяє підсумовувати продуктивність моделі одним числом, вимірюючи площу під кривою ROC. AUC коливається від 0 до 1, де більш високе значення AUC вказує на більш високу продуктивність отриманої математичної моделі [9].

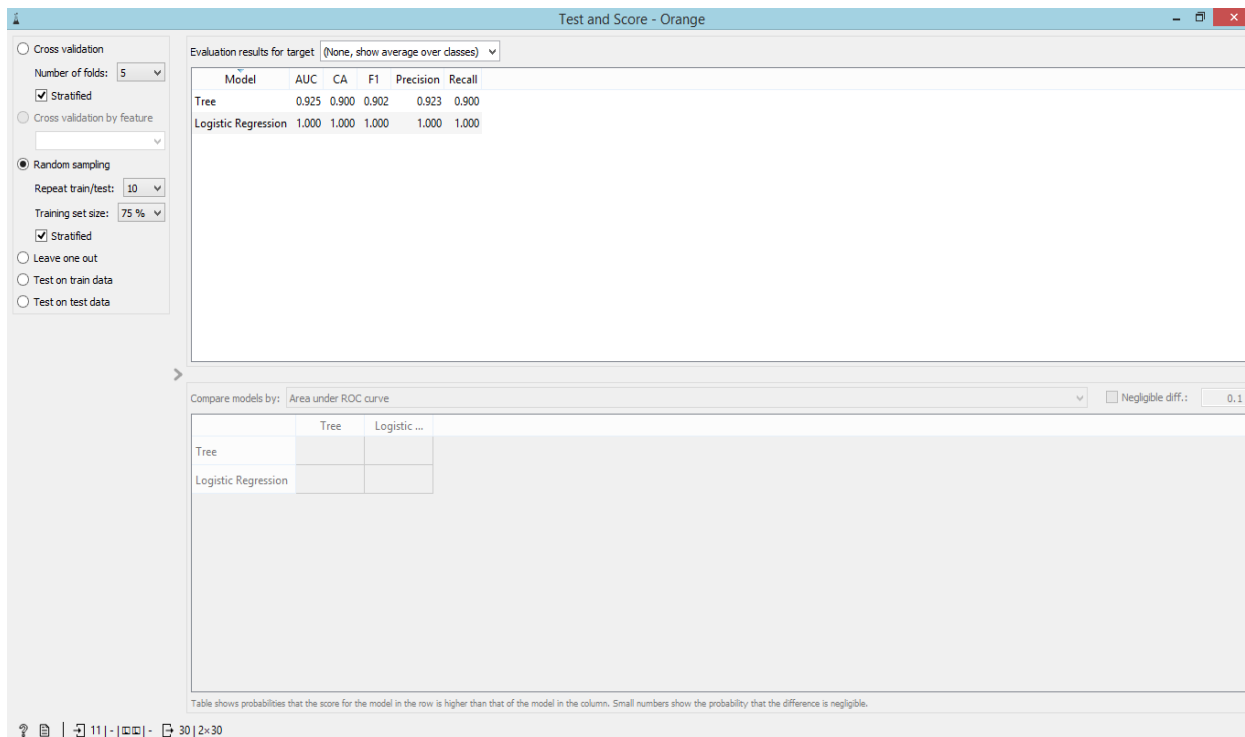


Рисунок 3.8 - Модуль Test and Score (аналіз якості моделі класифікації)

Розроблене програмою дерево рішення для класифікації причин несправності представлене на рисунку 3.8.

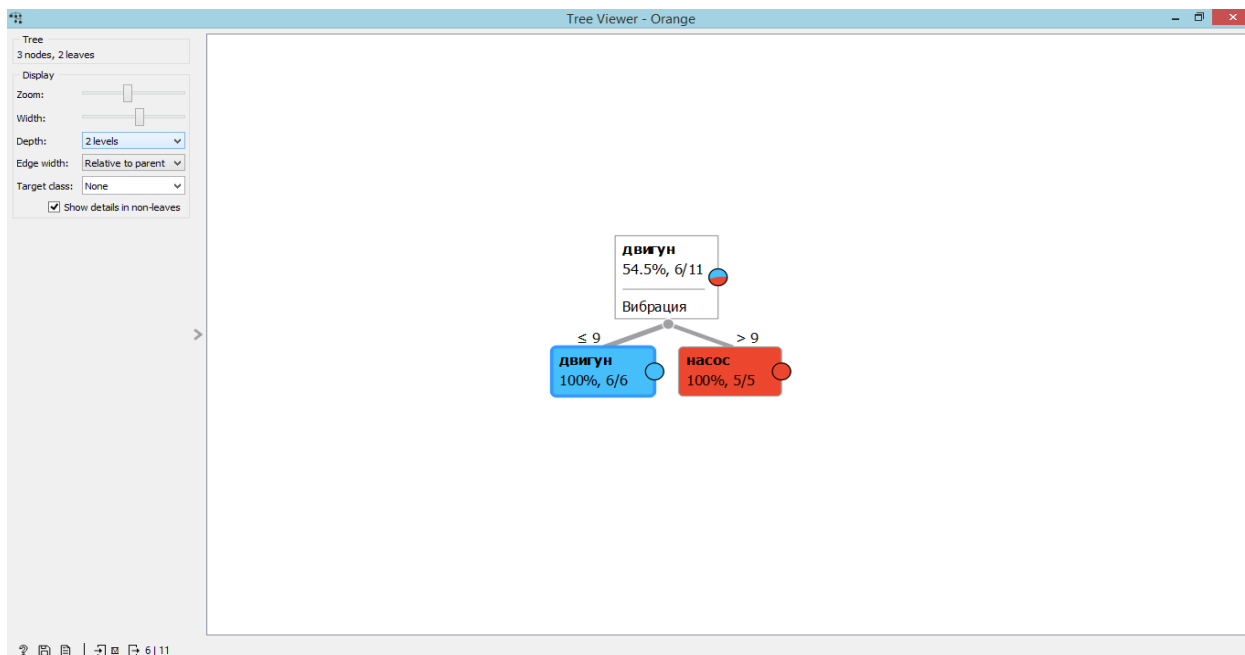


Рисунок 3.9 - Дерево рішень бінарної класифікації видмови двигуна або насоса

Також для отримання більш повного аналізу при класифікації невідомих об'єктів і віднесення їх до мін різного типу був використаний блок логічної регресії (Logistic Regression). Блок реалізує функцію прогнозу ймовірності віднесення нового об'єкта до класу мін чи не мін (рис. 3.9).

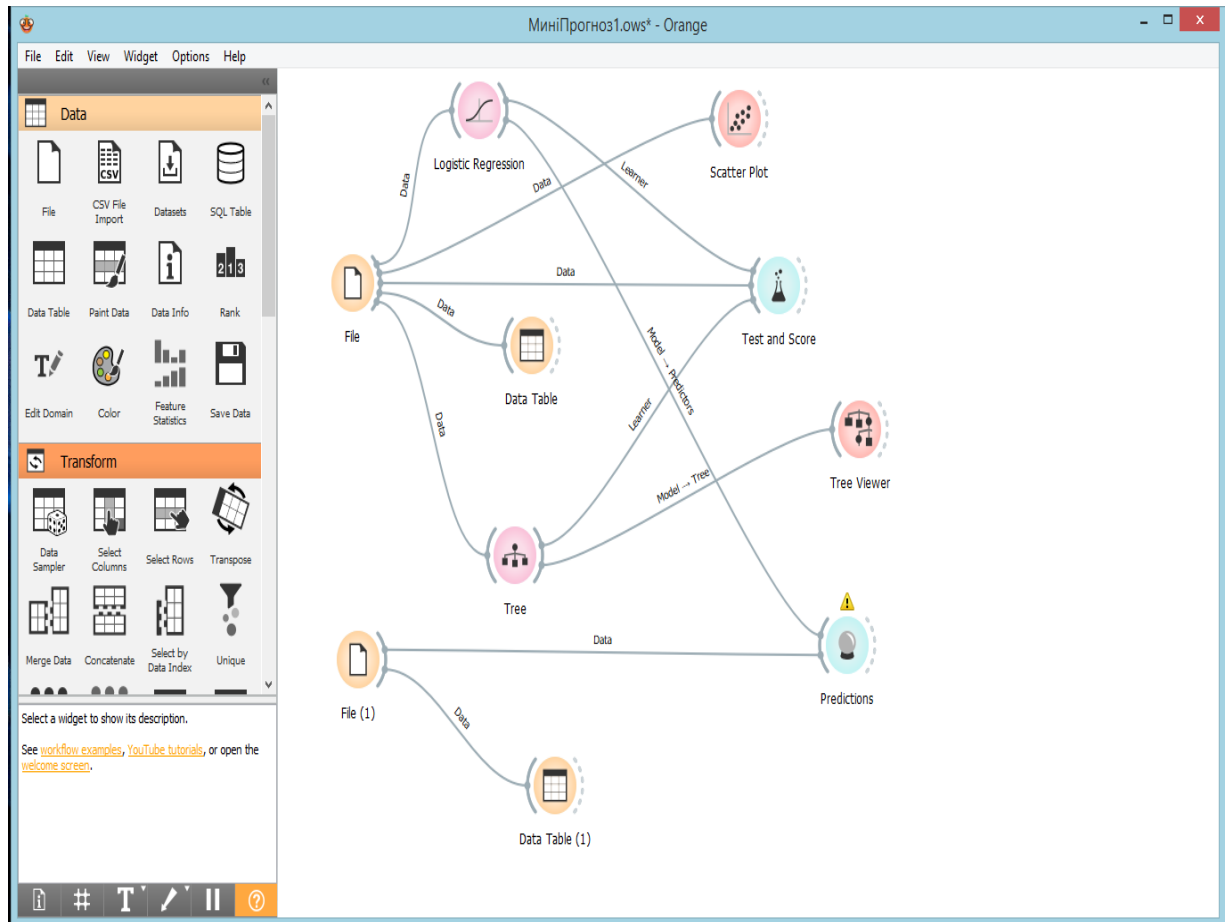


Рисунок 3.10. Програма класифікації з функцією прогнозування причини
ВИДМОВИ

Показник AUC прогновної моделі дорівнює 0,7 і можна вважати прийнятним (рис. 3.11).

Cross validation
 Number of folds: 5
 Stratified
 Cross validation by feature

 Random sampling
 Repeat train/test: 10
 Training set size: 75 %

Evaluation results for target (None, show average over classes)

Model	AUC	CA	F1	Precision	Recall
Tree	0.853	0.786	0.775	0.809	0.786
Logistic Regression	0.707	0.686	0.687	0.689	0.686

Рисунок 3. 11. Показники точності використовуваних математичних моделей

Для перевірки ефективності прогнозу було проведено експеримент із пред'явленням програмі класифікації файлу з новими даними (тестовими) (рис. 3. 12).

Show probabilities for (None) | Show regression error: Absolute difference | Restore Original Order

Logistic Regression	Діагноз	Темпер	Тиск	Вибрац	Опир
1	двигун	110	7	8	11

Show performance scores | 2 warnings

Рисунок 3. 12. Дані визначення ймовірності віднесення до одного з класів видмови (двигун)

Таким чином, можна зробити висновок, що представлена система аналізу даних діагностики насосу з високим ступенем ймовірності проводить аналіз пред'явлених об'єктів та виявляє причину поломки.

ВИСНОВКИ

У ході дипломного проектування була поставлена й досягнута наступна мета:

Була створена інтелектуальна система управління водопостачанням будинку. Реалізація даної системи мала змістовне й методичне рішення наступних завдань:

- проведено огляд сучасних систем інтелектуального управління розумного будинку.
- розроблена експертна система для підтримки прийняття рішень для оцінки причин несправності насосного обладнання у програмі Orange.
- розроблена програма для голосового управління системою горячого водопостачання для комфорту. Програма діє на основі нечіткої логіки.
- розроблена програма для контролера управління системою контролю протечек води.

Таким чином, інженерні рішення, що отримані в ході дипломного проектування, можуть бути впроваджені у розумні будинки з метою підвищення комфорту проживання та надійності роботи обладнання. Впровадження технології «розумний будинок» може забезпечити контролювати стан побутових комунікацій та запобігати аварійним ситуаціям (протечки, , затоплення тощо), а також суттєво економити енергоресурси.

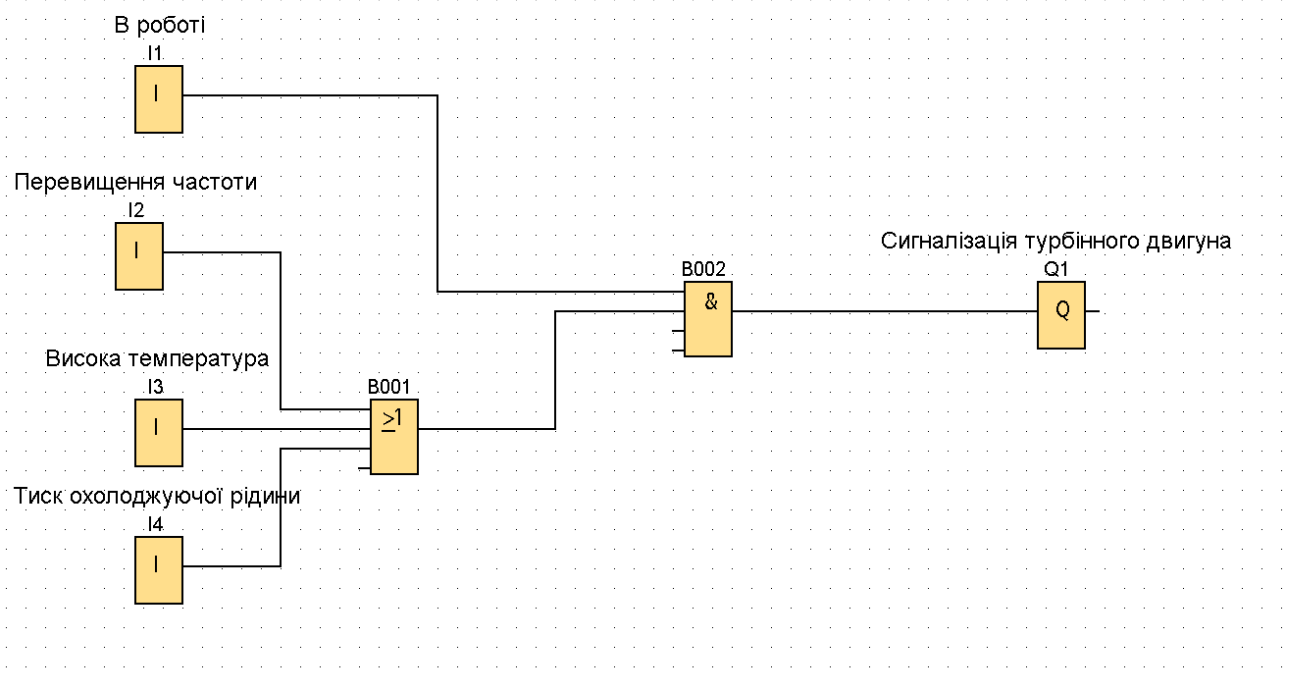
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Системи штучного інтелекту: навч. посіб. / Н. Б. Шаховська, Р. М. Камінський, О. Б. Вовк. — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2018. – 346 с.
2. <https://www.miyklas.com.ua/p/informatika-nush/4-klas/komp-iuterni-pristroyi-dlia-zdiisnennia-dii-iz-informatciyei>
3. Що таке «розумний будинок» і навіщо він потрібен?// <https://stylus.ua/uk/articles/528.html>
4. Левінський М.В. Віддалене управління технологічними процесами: навчальний посібник. – Одеса: видавництво НУ «ОМА», 2020. – 108 с
5. <https://arduino kit.com.ua/ua/p1303989415-modul-urovnya-vody.html>
6. Чернишова М.С., Гунченко Ю.О. Інтелектуальна система управління водопостачанням розумного будинку / Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей двадцять першої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 26 квітня 2024 р. – Одеса, 2024.
7. <https://orangedatamining.com/>
8. fuzzyTECH [Електронний ресурс]. 2023. Режим доступу до ресурсу: <https://www.fuzzytech.com>.
9. Пупена О.М., Ельперін І.В. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro: підручник / За ред. О.М. Пупени. – К.: «Ліра-К», 2021. – 376 с.

ДОДАТОК А

**Програмна реалізація системи контролю та сигналізації роботи насоса
при керуванні за допомогою контролера ПР 200**

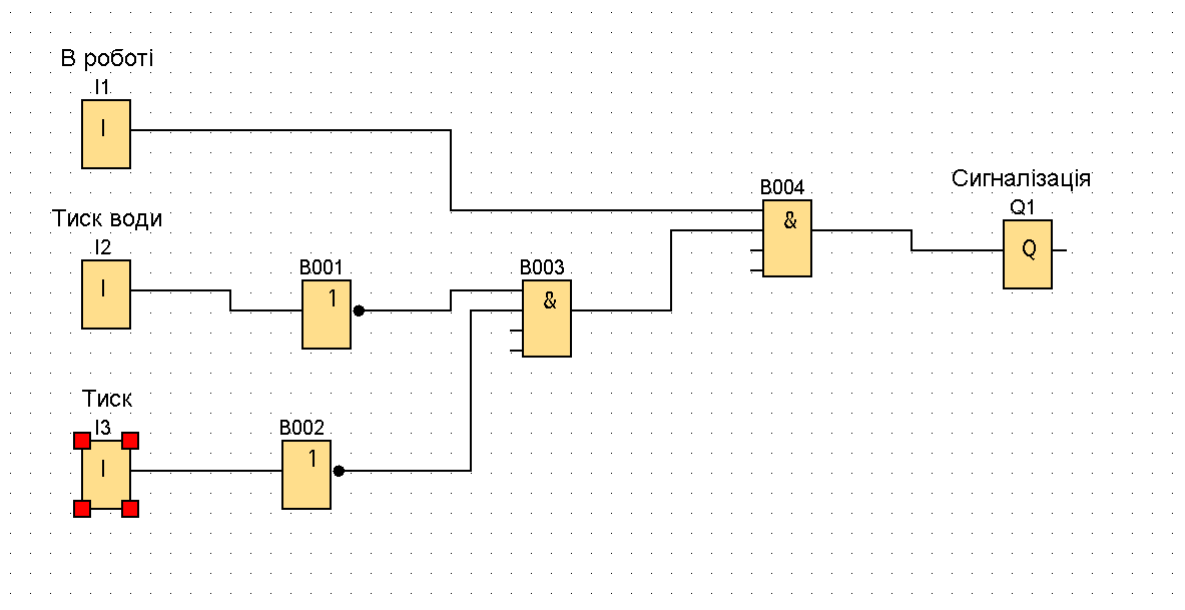
Сигналізація двигуна насосу спрацює, якщо він знаходиться в роботі, і є один з аварійних сигналів: відбулося перевищення частоти обертання або висока температура масла чи немає тиску охолоджуючої води.



A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Рисунок 1.1. – Таблиця істинності

Сигналізація насоса системи водопостачання спрацює, якщо він знаходиться в роботі і немає тиску води, чи немає тиску води після насоса.



A	B	C	Y
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	0
0	0	1	0
1	1	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	0

Рисунок 1.2 – Програма для контролера

