

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів

Назва теми

КВРАКІТ. 2020033.01.02.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

Виконав:

студент 3 курсу, група АКІТ_c-20-1



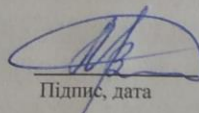
Підпис

Дмитро БОДНАР

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник:

д-р техн. наук, проф.



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

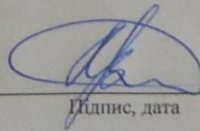


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 16 » червня 2023 р.

Хмельницький 2023

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою

А.К.І.Т.та.Р.
В. Мартинюк

«01» 02 2023р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Боднар Дмитро Володимирович

1 Тема роботи: Прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних
даних давачів

керівник роботи Мартинюк В.В., д.т.н, професор

Затверджено наказом по університету від «01» березня 2023р. №5.

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 03.06.2023р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. Огляд літературних джерел та патентних даних. Основна частина.

Програмна реалізація приладу контролю та накопичення аналогових та
дискретних даних давачів. Висновки..

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень).

1. Схема електрична принципова плати розширення для аналогових давачів.



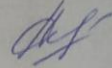
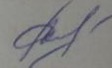
2. Схема електрична принципова плати розширення для цифрових давачів,
яка містить 16 цифрових входів.

3. Схема електрична принципова плати годинника реального часу та ModBus
інтерфейсу.

Завдання отримав _____

Науковий керівник _____

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., к.т.н., доцент каф. АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., к.т.н., доцент каф. АКІТтаР		

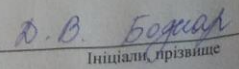
7. Дата видачі завдань « 01 » 02 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2023р.	Виконано
2	Огляд літературних джерел та патентних даних	15.03.2023р.	Виконано
3	Основна частина	10.04.2023р.	Виконано
4	Програмна реалізація приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів	10.05.2023р.	Виконано
5	Висновки	15.05.2023р.	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до КРБ	25.05.2023р.	Виконано
7	Оформлення презентаційних матеріалів	1.06.2023р.	Виконано

Студент


Підпис


Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів».

Автор роботи: Боднар Дмитро Володимирович.


Керівник роботи: Мартинюк Валерій Володимирович

Пояснювальна записка: 62 с., 18 рис., 1 дод., 40 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

ПРИЛАД КОНТРОЛЮ, АНАЛОГОВІ ДАНІ ДАВАЧІВ, ДИСКРЕТНІ ДАНІ ДАВАЧІВ, АНАЛОГО-ЦИФРОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ.

Мета кваліфікаційної роботи – розробка приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів шляхом розробки схеми електричної принципової та програмного забезпечення. У роботі наведено основні технічні характеристики приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів, проаналізовано існуючі типи приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів та встановлено їх основні переваги та недоліки. Розроблено принцип роботи приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів. Розроблено плату розширення для аналогових давачів, яка містить 8 аналогових входів в діапазоні від 0 мА до 20 мА. Розроблено плату розширення для цифрових давачів, яка містить 16 цифрових входів. Розроблено програмне забезпечення приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів.


Підпис студента

15.06.23
Дата

ВСТУП.....	ЗМІСТ	6
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ .		9
1.1. Будова і принцип роботи приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.....		9
1.2. Аналого-цифровий перетворювач		13
1.3. Структурні схеми приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів		15
1.4. Висновки до першого розділу		19
2. ОСНОВНА ЧАСТИНА		21
2.1. Аналіз вимог технічного завдання на розробку приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів		21
2.2. Принцип роботи приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів.....		24
2.3. Висновки до другого розділу		31
3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИЛАДУ КОНТРОЛЮ ТА НАКОПИЧЕННЯ АНАЛОГОВИХ ТА ДИСКРЕТНИХ ДАНИХ ДАВАЧІВ		32
3.1. Вибір операційної системи для приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів.....		32
3.2. Розробка веб-інтерфейсу приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів.....		41
3.3. Висновки до третього розділу.....		55
ВИСНОВКИ.....		57
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....		58
ДОДАТКИ.....		62

КРБАКІТ. 2020033.01.02.ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Боднар Д.В.		15.06.23
Перевір		Мартинюк В.В.		15.06.23
Т.Контр		Корецька Л.О.		15.06.23
Н.контр.		Мартинюк В.В.		15.06.23
Затвер.				

Прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів Пояснювальна записка		
Літера	Аркуш	Аркушів
у	2	62
ХНУ, АКІТс-20-1		

ВСТУП

Актуальність теми. Прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів перетворює аналогові дані в цифрову форму для зберігання, обробки та аналізу. Ці сигнали піддаються дискретизації, перетворюються на цифрові та зберігаються комп'ютером або автономним пристроєм.

Прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів складається з апаратного забезпечення перетворення аналогового сигналу та апаратного забезпечення вимірювання. Прилади контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів можуть бути автономними або з'єднаними з комп'ютером і можуть отримувати кілька каналів даних.

Актуальність роботи обумовлена розробкою приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів із нижчою собівартістю, можливістю нарощування аналогових та цифрових давачів, а також гнучкістю впровадження додаткових програмних функцій.

Метою роботи є розробка приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів шляхом розробки схеми електричної принципової та програмного забезпечення.

Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

- розробити схему електричну принципову та плат приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів;
- розробити алгоритм роботи приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів;
- розробити програму роботи приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.

Об'єктом дослідження є процес контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.

Предметом дослідження є прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.

Методи досліджень. При вирішенні поставлених завдань у роботі були використані методи теорії керування, теорії кіл та методи алгоритмізації та програмування.

Практична значимість отриманих результатів:

У роботі розроблено прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів та програмне забезпечення його роботи. Використання приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів дозволяє підвищити ефективність роботи та можливість керування технологічним процесом в автоматизованому режимі.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, висновків, списку використаних джерел, 2 додатків. Загальний обсяг роботи складає 62 сторінок комп'ютерного тексту, у тому числі: 18 рисунків та 1 таблиці, список використаних джерел вміщує 40 найменувань.

У вступі обґрунтована актуальність кваліфікаційної роботи, сформульовано мету та задачі кваліфікаційної роботи, відображено її практичне значення.

В першому розділі були розглянуті наступні питання: будова і принцип роботи приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.

У другому розділі розроблено схему електричну принципову плати розширення для аналогових давачів, схему електричну принципову плати розширення для цифрових давачів, яка містить 16

цифрових входів. Також була розроблена схема електрична принципова плати годинника реального часу та ModBus інтерфейсу.

У третьому розділі розроблено програмне забезпечення приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів. У програмній реалізації приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів використовуємо мову програмування Python для створення програмного забезпечення контролера, який би керував мережею датчиків, надсилав і збирав дані з мережі датчиків і зберігав їх у базі даних. Розроблено алгоритм роботи та програмне забезпечення приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.

					КРБАКІТ. 2020033.01.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		5

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1 Будова і принцип роботи приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів

Кожне завдання з контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів має свої особливі труднощі. Прилади контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів можуть бути мобільними або стаціонарними, можуть використовуватися в тестовому приміщенні або в екстремальних умовах навколишнього середовища, а також у лабораторних дослідженнях або в академічних цілях.

Ці прилади можна використовувати не тільки для електричних сигналів, але й для вимірювання температури, прискорення, звуку, сили та тиску, світла або положення та переміщення, при цьому на вході каналів приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів потрібен перетворювач.

Отримання належних результатів від приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів залежить від формування сигналу, апаратного забезпечення збору даних, комп'ютера та програмного забезпечення.

Формування сигналу гарантує, що сигнал, який необхідно виміряти, не пошкодить прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів, захищаючи від перевантаження по струму та перенапруги та регулюючи вхідні діапазони відповідно до вхідного діапазону АЦП.

Основним компонентом апаратного забезпечення приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів є аналого-цифровий перетворювач, який оцифровує неперервний сигнал із певною роздільною здатністю та частотою дискретизації. Він також складається з блоку обробки для передачі отриманих даних на комп'ютер для обробки та аналізу.

Основними критеріями, які слід враховувати при виборі приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів, є максимальна частота дискретизації, кількість каналів, вхідні діапазони, роздільна здатність АЦП і можливість одночасного збору.

Вартість пристрою також важлива, оскільки метою є розробка приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів, подібних до наявних на ринку систем з нижчою вартістю виробництва. Вартість доступних на даний момент пристроїв змінюється відповідно до критеріїв, наведених вище, і деяких інших специфічних характеристик кожного пристрою.

Щоб зменшити витрати, метою цієї роботи є розробка, реалізація та характеристика невеликого пристрою збору даних, що живиться та керується USB. Комунікаційна шина комп'ютер-прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів може суттєво вплинути на максимальну швидкість, на якій можна безперервно отримувати дані.

Прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів діє як інтерфейс між комп'ютером і сигналами із зовнішнього світу. Він в першу чергу функціонує як пристрій, який отримує вхідні напруги та перетворює їх у цифрову форму, щоб комп'ютер міг обробляти, аналізувати та зберігати їх.

Три ключові компоненти приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів, який використовується для вимірювання сигналу, це: схема формування аналогового сигналу, аналого-цифровий перетворювач (АЦП) і мікроконтролер [1].

Шина USB служить інтерфейсом зв'язку між пристроєм збору даних і комп'ютером для передачі конфігурацій і даних вимірювань. Прилади контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів пропонуються на найпоширеніших комп'ютерних шинах, включаючи USB, PCI [9], PCI Express [10] і Ethernet [11].

Сигнали від давачів або зовнішнього світу можуть бути зашумленими або, якщо амплітуда сигналу може зашкодити людині, вимірювати їх безпосередньо може бути надто небезпечно. Одним із ключових елементів формування сигналу є захист схеми від несприятливих ефектів, які можуть виникнути, наприклад неочікуваного збільшення напруги та/або струму.

Схема формування сигналу налаштовує сигнал у форму, придатну для введення в АЦП. Ця схема може включати підсилення, ослаблення, фільтрацію та гальванічну розв'язку. Узгодження сигналу забезпечує чітке покращення як продуктивності, так і точності систем збору даних [12].

Підсилювачі можуть підвищувати рівень вхідної напруги, щоб краще відповідати вхідному діапазону АЦП, таким чином підвищуючи роздільну здатність вимірювання та чутливість, дозволяючи краще використовувати кількість бітів у АЦП.

Однак при підсиленні сигналу шум також підсилюється разом із сигналом. Одним із способів зменшити вплив шуму на вимірювання є підсилення сигналу якомога ближче до джерела сигналу. Прилади контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів

розроблені для того, щоб дозволити вимірювати сигнали з широким діапазоном амплітуд (від мікрвольт до десятків вольт).

Послаблення сигналу необхідне, коли вхідна напруга виходить за межі вхідного діапазону АЦП або для того, щоб привести ці напруги в якості входу будь-якої інтегральної схеми, якщо це необхідно.

Подібним чином послаблення зазвичай необхідне під час вимірювання напруги в приладі контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів, оскільки АЦП мають невеликий діапазон і потрібне послаблення для того, щоб вхідний сигнал найкраще відповідав діапазону АЦП.

Щоб запобігти стрибкам сигналу, використання діодів у схемі дозволяє обмежити напругу, щоб забезпечити альтернативний шлях для струму. Використання опору, увімкненого послідовно з входом кола, дає можливість його обмежити [14].

Діоди можуть обмежувати напругу через схему формування сигналу та використовуються для видалення або відсікання частини прикладеного сигналу для керування формою вихідного сигналу.

Однією з найпростіших схем обмеження є напівхвильовий випрямляч. Напівхвильовий випрямляч відсікає або негативний напівперіод, або позитивний напівперіод змінного сигналу, що дозволяє пройти лише один напівперіод.

Така схема має велике застосування в радарях, цифрових комп'ютерах та інших електронних системах для видалення небажаних частин напруги вхідного сигналу вище або нижче заданого рівня [15].

Фільтри усувають небажаний шум у певному діапазоні частот. Часто для блокування високочастотного шуму під час електричних вимірювань використовуються фільтри низьких частот.

Іншим поширеним використанням фільтрації є запобігання накладенню високочастотних сигналів. Це можна зробити за допомогою фільтра згладжування для ослаблення сигналів вище частоти Найквіста [12], щоб уникнути розширення спектру.

Необхідно взяти до уваги, що прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів не можна використовувати у вимірюваннях з використанням методів субдискретизації (спектральне віддзеркалення), коли сигнал, що перевіряється, має частоту вище половини максимальної використовуваної частоти дискретизації.

Сигнал може бути ізольований від його джерела до вимірювального пристрою без фізичного з'єднання за допомогою методів трансформатора, оптичного або ємнісного зв'язку.

На додаток до розриву контурів заземлення, ізоляція блокує стрибки високої напруги та відхиляє високу синфазну напругу, таким чином захищаючи як операторів, так і дороге вимірювальне обладнання.

З ізоляцією завадостійкість є дуже високою, а відхилення синфазних напруг (CMRR) також вище в порівнянні з неізованими системами [12].

1.2 Аналого-цифровий перетворювач

Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) - це пристрій, який забезпечує цифрове представлення аналогового сигналу в певний момент часу [1]. На практиці аналогові сигнали безперервно змінюються з часом, і АЦП бере періодичні вибірки сигналу із заздалегідь визначеною частотою дискретизації.

Ці вибірки передаються на комп'ютер через шину, де вихідний сигнал реконструюється із вибірок у програмному забезпеченні.

Ключовими характеристиками АЦП є максимальна швидкість перетворення, кількість бітів, діапазон вхідної напруги, тип виходу (послідовний/паралельний) і тип вхідної шкали (уніполярний/біполярний) [16].

Максимальний коефіцієнт перетворення визначає цифрову смугу пропускання АЦП, яка є максимальною частотою, яку може дискретизувати АЦП [17].

Однак сигнали з частотами вище половини максимальної частоти дискретизації можуть бути дискретизовані за допомогою методів субдискретизації, якщо це дозволяє аналогова смуга пропускання АЦП і схеми формування сигналу [18].

Кількість бітів у приладі контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів є кількістю бітів АЦП. Будь-який АЦП має властиві обмеження продуктивності, тому ефективна кількість бітів, що надається системою, може бути корисною для визначення того, чи підходить система для застосування.

Ефективна кількість бітів (ЕКБ) є мірою динамічних характеристик АЦП і пов'язаної з ним схеми. Вона визначається шляхом вибірки спектрально чистої синусоїдального сигналу та визначення середньоквадратичного рівня сигналу та шуму, записаного приладом контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.

Часто виробники приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів вказують SINAD (параметр продуктивності). SINAD – це відношення потужності основного синусоїдального сигналу, отриманого до загального шуму та спотворень, оскільки цей параметр містить шум і спотворення. Його можна використовувати для обчислення ефективної кількості бітів (ЕКБ) [19].

Найменша помітна зміна сигналу визначає роздільну здатність, необхідну для приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів. Роздільна здатність означає кількість двійкових рівнів, які АЦП може використовувати для представлення сигналу [20], і залежить від вхідного діапазону та кількості бітів, які використовує АЦП.

Хороша роздільна здатність, висока частота дискретизації та низьке споживання потужності характерні для конвеєрних, сигма-дельта та архітектур АЦП послідовного наближення.

Інтеграторні перетворювачі не мають високого коефіцієнта перетворення, хоча мають високу стійкість до шуму та високу роздільну здатність. Флеш-конвертери мають найвищу частоту дискретизації, а також досить швидкі.

Однак вони мають високе енергоспоживання та малу кількість бітів порівняно з іншими архітектурами. Для низької енергії та роздільної здатності найкраще підходить архітектура послідовного наближення.

1.3 Структурні схеми приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів

Існує три різні структурні схеми приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів: дві для одночасного збору та одна для неодночасного (мультиплексного) збору. Прилади контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів одночасного збору даних мають повну частоту дискретизації для всіх каналів, відсутність фазової затримки між каналами, менші

перехресні перешкоди між суміжними каналами за рахунок індивідуальних вхідних підсилювачів.

Навпаки, у мультиплексних приладах контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів існує фазова затримка між каналами збору, максимальна частота дискретизації залежить від кількості активних каналів, а перехресні перешкоди між каналами збільшуються, оскільки всі сигнали направляються через один і той же активний компонент. Часто мультиплексні структурні схеми приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів можуть використовувати повну частоту дискретизації, доки активний лише один канал.

У мультиплексних приладах контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів дані збираються за допомогою лише одного АЦП і селектора каналів (мультиплексора), який послідовно вибирає кожен канал [26]. Структурна схема приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів неодночасного збору показана на рисунку 1.1.

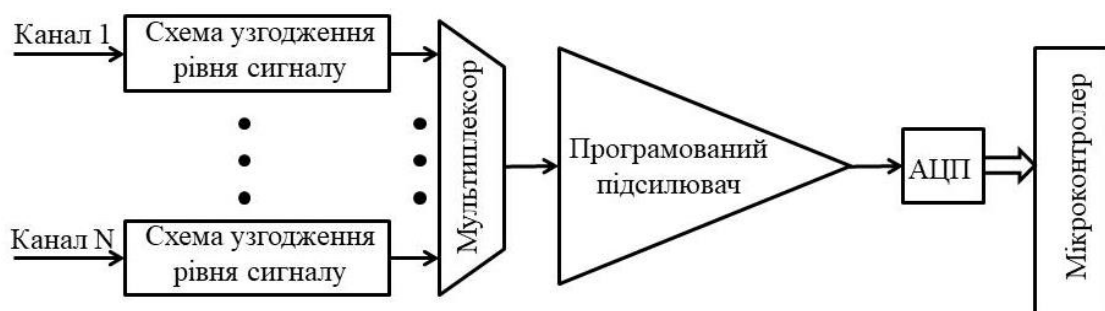


Рисунок 1.1 - Структурна схема приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів неодночасного збору

Дві найпоширеніші структурні схеми приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів одночасної

вибірки – це одночасна вибірка та утримання (ОВУ) і багатоканальний аналогово-цифровий перетворювач (мульти-АЦП).

Структурна схема ОВУ складається із вибірки та утримання, доданих до виходу схеми формування сигналу для кожного каналу. Відбір і утримання відбирає напругу безперервно змінного аналогового сигналу.

Блок зберігає своє значення на постійному рівні протягом визначеного мінімального періоду часу, щоб його можна було послідовно перетворити АЦП [18], як показано на рисунку 1.2.

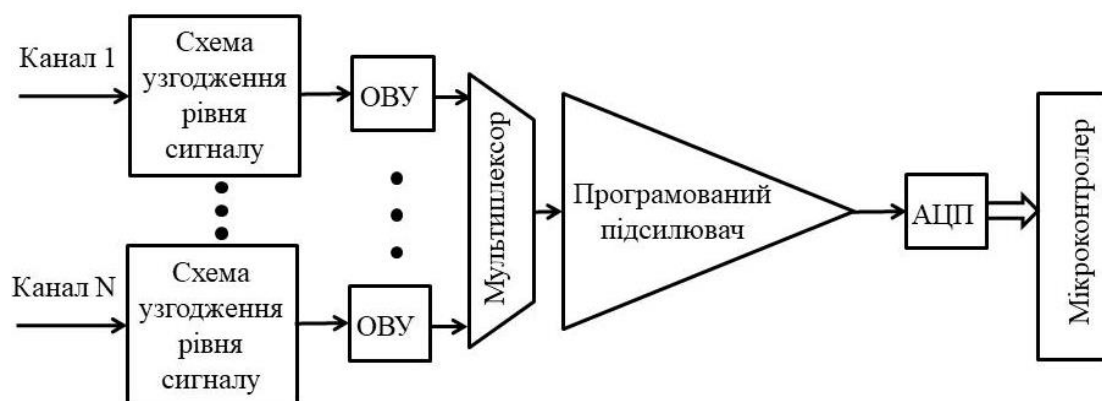


Рисунок 1.2 - Структурна схема приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів одночасної вибірки та утримання

Цю затримку можна мінімізувати, щоб забезпечити швидшу дискретизацію, але вона обмежена продуктивністю блоків АЦП/підсилювача. Для досягнення одночасної дискретизації з мультиплексною структурною схемою, прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів повинен містити схему ОВУ для кожного вхідного каналу перед АЦП/підсилювачем [26].

Третя структурна схема приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів складається з одного АЦП і

контролювати діапазон за допомогою програмованих підсилювачів (ПП), які дозволяють отримати різні діапазони для того самого каналу.

Потім вибирається найкращий діапазон для поточного сигналу. Зазвичай діапазон залежить від узгодження рівня сигналу в каналах приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів. Типові прилади контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів мають діапазон напруги ± 5 В або ± 10 В. Рівні напруги, які можна відобразити, рівномірно розподіляються у вибраному діапазоні, щоб скористатися перевагами повної роздільної здатності.

1.4 Висновки до першого розділу

1. Основними критеріями, які слід враховувати при виборі приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів, є максимальна частота дискретизації, кількість каналів, вхідні діапазони, роздільна здатність АЦП і можливість одночасного збору.

2. Три ключові компоненти приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів, який використовується для вимірювання сигналу, це: схема формування аналогового сигналу, аналого-цифровий перетворювач (АЦП) і мікроконтролер.

3. Існує три різні структурні схеми приладів контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів: дві для одночасного збору та одна для неодноточасного (мультиплексного) збору.

4. Прилади контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів одночасного збору даних мають повну частоту дискретизації для всіх каналів, відсутність фазової затримки між

каналами, менші перехресні перешкоди між суміжними каналами за рахунок індивідуальних вхідних підсилювачів.

					КРБАКІТ. 2020033.01.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		17

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз вимог технічного завдання на розробку приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів

Прилад контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів призначений для вимірювання, контролю, накопичення, візуалізації даних аналогових та цифрових давачів тиску та витрат води.

Прилад контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів застосовується на Головній каналізаційній станції МПК "Хмельницькводоканал".

Основні технічні вимоги, якісні та кількісні показники, які мають бути досягнуті у процесі розробки приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів, наступні.

1. Прилад контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів повинен складатися із наступних плат:

- плата розширення для аналогових давачів – 8 аналогових входів в діапазоні від 0 мА до 20 мА;
- плата розширення для цифрових давачів – 32 цифрових входи;
- плата керування – одноплатний комп'ютер Raspberry Pi.

2. У приладі контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів необхідно забезпечити:

- гальванічну розв'язку плати дискретних давачів;
- автовизначення усіх задіяних плат розширення.

3. У програмному забезпеченні приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів необхідно забезпечити:

- підтримку протоколу ModBus TCP (режим - сервер(slave));

зовнішнього світу. Електричний сигнал надходить на світлодіод, який передає його через діелектричний ізоляційний бар'єр на фотодіод, який перетворює його назад в електричний сигнал.

Аналіз технічного завдання показує, що для керування приладом контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів датчиків необхідно використовувати одноплатний комп'ютер Raspberry Pi. Raspberry Pi - серія невеликих одноплатних комп'ютерів, розроблених у Великій Британії Raspberry Pi Foundation спільно з Broadcom.

Проект Raspberry Pi спочатку був спрямований на просування викладання базової інформатики в школах. Оригінальна модель стала більш популярною, ніж очікувалося, продаючись за межі цільового ринку для таких цілей, як робототехніка. Зображення одноплатного комп'ютера Raspberry Pi показано на рисунку 2.1.

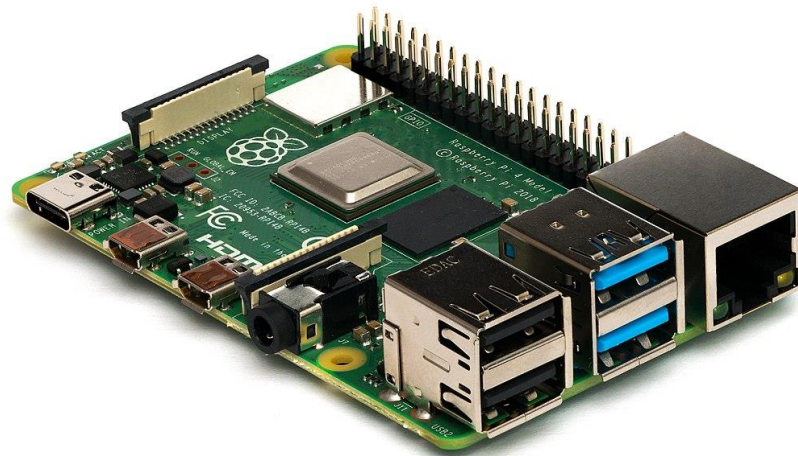


Рисунок 2.1 - Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi

Аналіз технічного завдання показує, що для керування приладом контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів датчиків необхідно забезпечити автовизначення усіх задіяних плат розширення.

Для автовизначення усіх задіяних плат розширення необхідно передбачити встановлення на платах DIP-перемикачів для встановлення адреси плати розширення.

2.2 Принцип роботи приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів

Основними функціями приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів є вимірювання, контроль, накопичення, візуалізація даних аналогових та цифрових давачів тиску та витрат води. Під'єднання аналогових та цифрових давачів до приладу показано на рисунку 2.2.

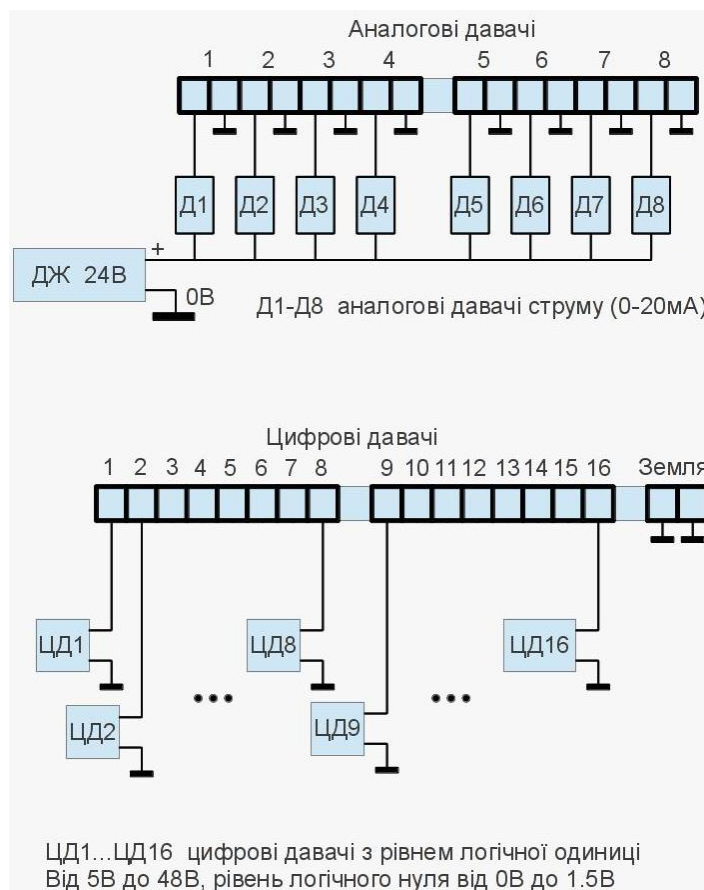


Рисунок 2.2 – Під'єднання давачів до приладу

Схема електрична принципова плати розширення для аналогових давачів зображена на рисунку 2.3.

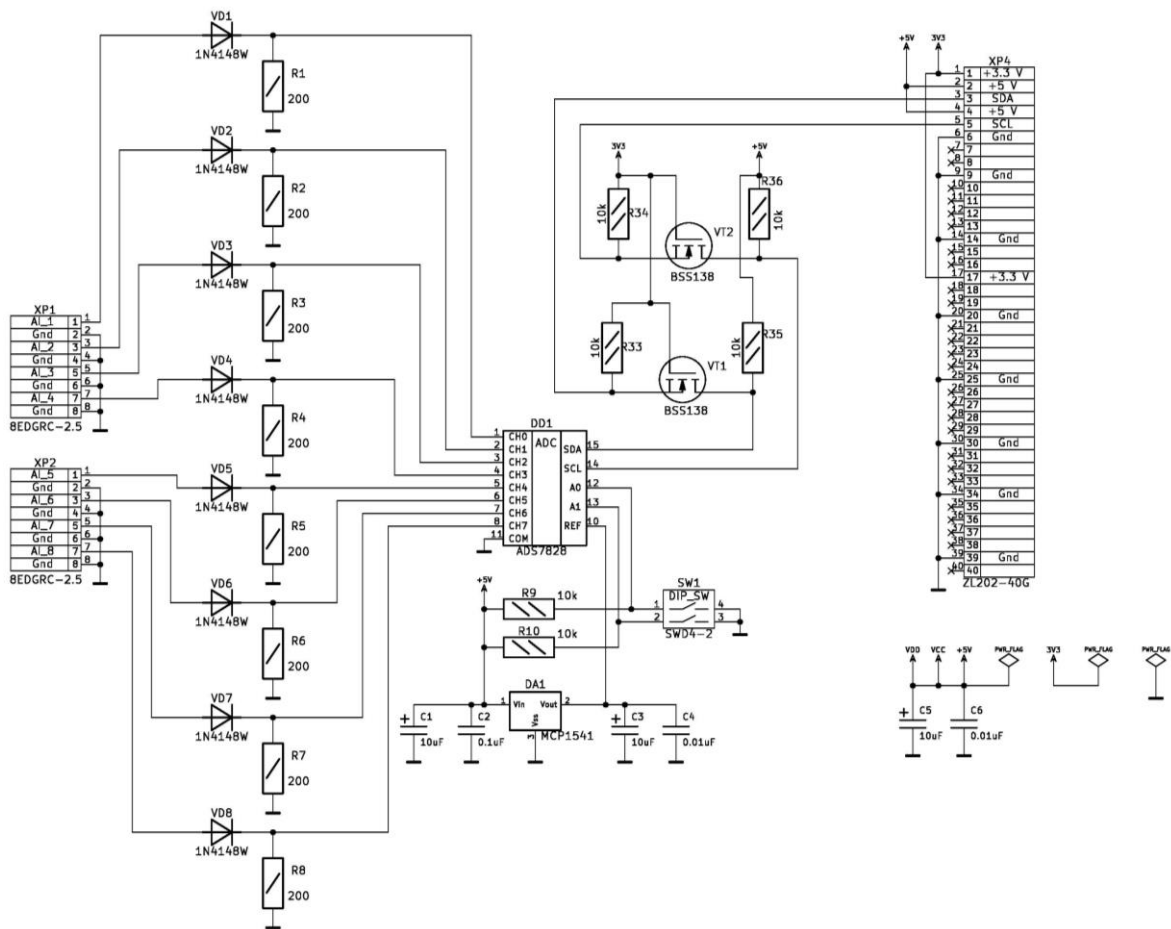


Рисунок 2.3 – Схема електрична принципова плати розширення для аналогових давачів

Основою схеми електричної принципової плати розширення для аналогових давачів є АЦП ADS7828. АЦП ADS7828 - це малопотужний 12-бітний пристрій збору даних з одним джерелом живлення, який має послідовний інтерфейс I²C і 8-канальний мультиплексор.

Аналого-цифровий (A/D) перетворювач має підсилювач вибірки та утримання та внутрішній асинхронний годинник. Поєднання послідовного, 2-провідного інтерфейсу I²C і мікро споживання енергії робить АЦП ADS7828 ідеальним для додатків, які вимагають, щоб

аналого-цифровий перетворювач знаходився поблизу джерела вхідного сигналу у віддалених місцях, і для додатків, які вимагають гальванічної розв'язки.

В якості джерела зразкової напруги АЦП використовується малопотужне високоточне джерело зразкової напруги MCP1541. Воно забезпечує точну вихідну напругу 4,096 В, яка потім порівнюється з іншими напругами в системі.

Ця опорна напруга зазвичай використовується в системах від 3 В до 5 В, де можуть бути значні коливання напруги живлення та потреба мінімізувати розсіювану потужність.

Схема електрична принципова плати розширення для цифрових давачів, яка містить 16 цифрових входів і зображена на рисунку 2.4.

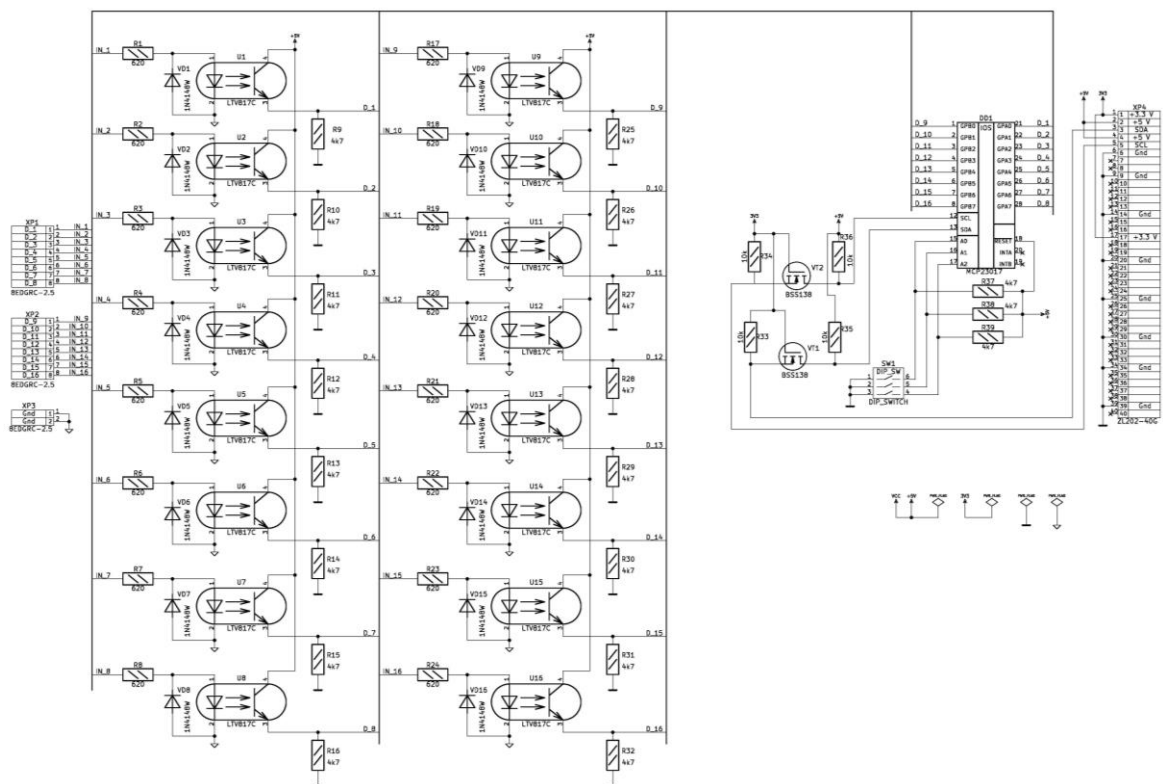


Рисунок 2.4 – Схема електрична принципова плати розширення для цифрових давачів, яка містить 16 цифрових входів

Основою схеми електричної принципової плати розширення для цифрових давачів є розширювач портів MCP23017-E/SS. Мікросхема MCP23017-E/SS дозволяє підключити до мікроконтролера до 16 додаткових виводів, використовуючи для керування двопровідну шину I²C. Кожен із цих виводів може працювати у режимі входу чи виходу.

У мікросхемі MCP23017-E/SS є три виводи - A0, A1, A2 за допомогою яких задається його адреса I²C, відповідно на одну лінію можна підключити до 8 MCP23017, отримавши 128 входів/виходів.

Для забезпечення гальванічної розв'язки використаємо оптопара (оптрон) PC817. Внутрішньо оптопара складається з світлодіода і фототранзистора, ніяк не електрично пов'язаних, завдяки чому на основі PC817 можна реалізувати гальванічну розв'язку двох частин схеми.

Третьою платою приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів є плата годинника реального часу та ModBus інтерфейсу. Основою схеми електричної принципової годинника реального часу та ModBus інтерфейсу є недорогий, надзвичайно точний годинник реального часу (RTC) DS3231.

DS3231 оснащений I²C інтерфейсом із вбудованим кристалічним генератором із температурною компенсацією (TCXO) та кристалом.

Пристрій має вхід від батареї та підтримує точний час у разі припинення живлення пристрою. Інтеграція кристалічного резонатора підвищує довгострокову точність пристрою, а також зменшує кількість деталей на виробничій лінії.

RTC зберігає інформацію про секунди, хвилини, години, день, дату, місяць і рік. Дата в кінці місяця автоматично коригується для місяців, які містять менше 31 дня, включаючи поправки на високосний рік. Годинник працює в 24-годинному або 12-годинному форматі з індикатором АМ/РМ. Передбачено два програмованих будильника часу

добу та програмований прямокутний вихід. Адреса та дані передаються послідовно через двонаправлену шину I²C.

Схема електрична принципова плати годинника реального часу та ModBus інтерфейсу зображена на рисунку 2.5.

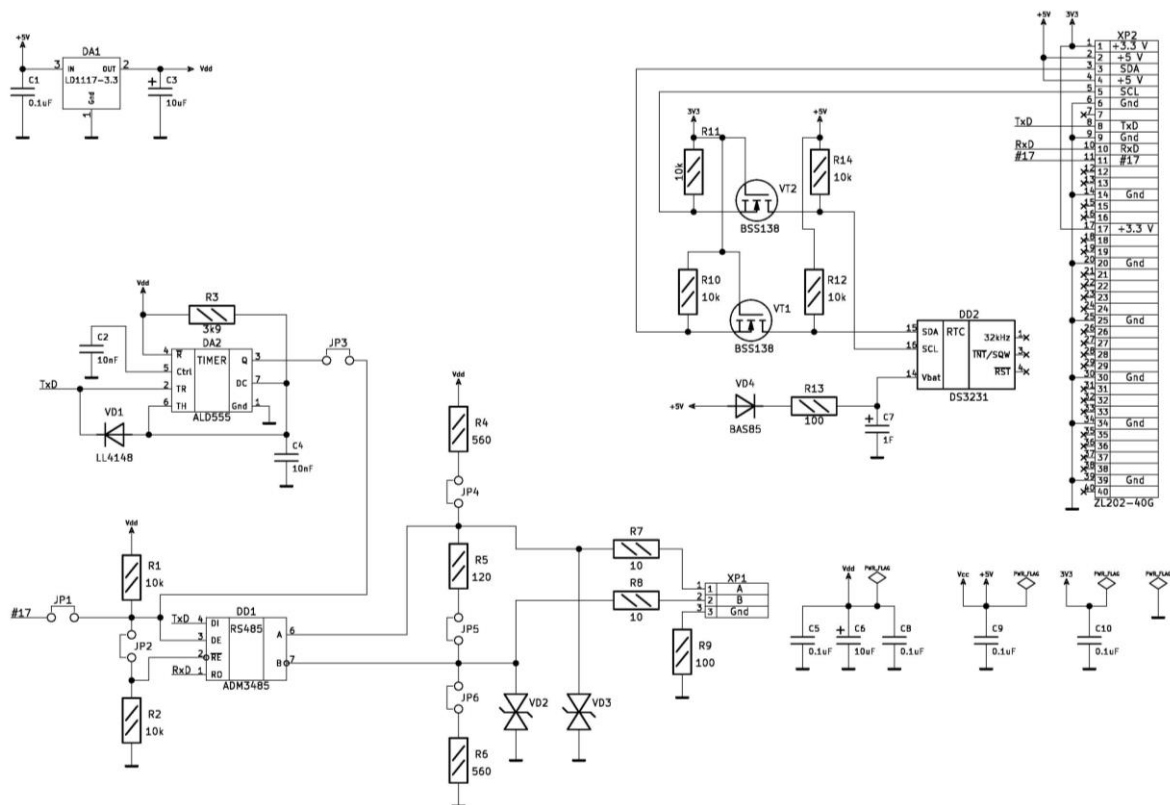


Рисунок 2.5 – Схема електрична принципова плати годинника реального часу та ModBus інтерфейсу

Для реалізації ModBus інтерфейсу використаємо диференціальний лінійний трансивер малої потужності ADM3485. ADM3485 - призначені для роботи з одним джерелом живлення 3,3 В. Низьке енергоспоживання в поєднанні з режимом вимкнення робить ADM3485 ідеальним для енергочутливих приладів.

Зовнішній вигляд приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів зображено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів

Внутрішня будова приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів зображена на рисунку 2.7. Прилад виконано у пластиковому корпусі із зовнішнім блоком живлення.

Прилад контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів складається з наступних функціональних вузлів:

- плата розширення для аналогових давачів (8 аналогових входів в діапазоні від 0 мА до 20 мА)..... 1шт;
- плата розширення для цифрових давачів (32 цифрових входи)..... 2шт;
- плата керування (одноплатний комп'ютер Raspberry Pi)..... 1шт;
- плата годинника реального часу та ModBus інтерфейсу..... 1шт;
- шлейф комутації..... 1шт;
- блок живлення (+5В, 1А)..... 1шт.

Основними функціями приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів є вимірювання, контроль,

накопичення, візуалізація даних аналогових та цифрових датчиків тиску та витрат води.



Рисунок 2.7 – Внутрішня будова приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів датчиків

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2020033.01.02.ПЗ

Арк.

27

2.3 Висновки до другого розділу

1. Виконано аналіз вимог технічного завдання на розробку приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів. Встановлено, що основою прилад контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів є плата розширення для аналогових давачів, яка має забезпечити 8 аналогових входів в діапазоні від 0 мА до 20 мА (струмова петля).

2. Розроблено принцип роботи приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів. Встановлено, що основними функціями приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів є вимірювання, контроль, накопичення, візуалізація даних аналогових та цифрових давачів тиску та витрат води.

3. Розроблено плату розширення для аналогових давачів, яка містить 8 аналогових входів в діапазоні від 0 мА до 20 мА.

4. Розроблено плату розширення для цифрових давачів, яка містить 16 цифрових входів.

5. Розроблено плату годинника реального часу та ModBus інтерфейсу. Годинник реального часу зберігає інформацію про секунди, хвилини, години, день, дату, місяць і рік. Дата в кінці місяця автоматично коригується для місяців, які містять менше 31 дня, включаючи поправки на високосний рік. Годинник працює в 24-годинному або 12-годинному форматі з індикатором АМ/РМ. Передбачено два програмованих будильника часу доби та програмований прямокутний вихід.

3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИЛАДУ КОНТРОЛЮ ТА НАКОПИЧЕННЯ АНАЛОГОВИХ ТА ДИСКРЕТНИХ ДАНИХ ДАВАЧІВ

3.1 Вибір операційної системи для приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів

Raspberry Pi не поставляється з попередньо встановленою операційною системою, тому для наших потреб вибирається відповідна операційна система. Представлено різноманітне програмне забезпечення та інструменти для перетворення Raspberry Pi на веб-сервер. Одним із хороших аспектів дистрибутива Linux, який використовується, є те, що він був вбудований із мовою програмування Python. Щоб мати можливість зробити його сумісним з апаратним і програмним забезпеченням, також використовувалися різні бібліотеки Python.

Існує загальна тенденція використання Linux як операційної системи для невеликих кишенькових комп'ютерів. Навіть телефони Android, які використовуються як мобільні пристрої, також працюють на системі на базі Linux.

Linux дуже легко налаштовується, оскільки він є відкритим кодом. Навколо нас можна побачити чимало дистрибутивів Linux, таких як Red Hat, Fedora, SuSe, Mandrake, Debian тощо. Не всі вони легкі та підходять для Raspberry Pi.

Компанія Raspberry Pi виконала фантастичну роботу, налаштувавши Linux, який бездоганно встановлюється в систему без багато попередніх технічних знань. Вони представили пакет, відомий як

NOOBS (нове готове програмне забезпечення), яке можна завантажити з їх веб-сайту.

Пакет NOOBS потрібно скопіювати на SD-карту, що входить до комплекту Raspberry Pi, а потім підключив її до джерела живлення, яке негайно завантажує систему.

Серед існуючих ресурсів Raspbian отримав найвищу рекомендацію для використання його для Raspberry Pi. Raspbian має базове середовище LXDE і є похідним від Debian Wheezy. Pidora походить від Fedora, оптимізованого для Raspberry Pi. RaspBMC та OpenELEC походять від медіа-центру XBMC.

Під час встановлення операційної системи з'являється діалогове вікно під назвою Raspi-config, яке зображено на рисунку 3.1.

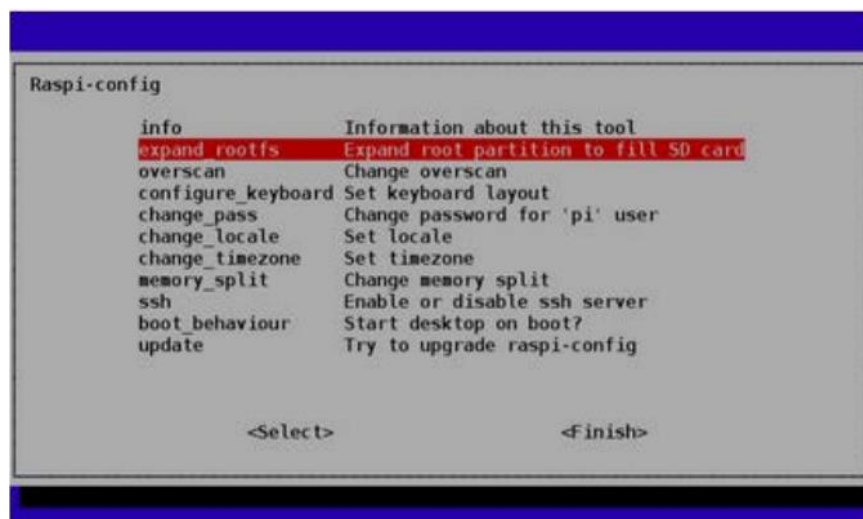


Рисунок 3.1 - Діалогове вікно Raspi-config

Raspi-config дозволяє вибрати деякі важливі параметри для операційної системи перед фактичним її завантаженням.

- Expand_rootfs.

Типовою характеристикою дистрибутива Raspbian за замовчуванням є те, що він використовує стільки місця, скільки вимагає операційна система, навіть якщо розмір SD-карти значно більший.

Щоб вирішити цю проблему, ми можемо вибрати опцію expand_rootfs, яка дозволить операційній системі розширити свою файловою систему за межі її розміру та зайняти решту невикористаного простору SD-карти.

- Overscan.

Raspberry Pi можна підключити до будь-якого монітора або телевізора. Іноді виявляється, що екран займає лише середню частину монітора або телевізора. Щоб позбутися цієї проблеми, можна вимкнути Overscan з raspi-config.

- Configure_Keyboard.

Ця опція дає можливість вибрати бажану розкладку клавіатури. Це важливо, оскільки ОС за замовчуванням постачається з британською версією розкладки клавіатури, яка дещо відрізняється та незручна від версії, яка зазвичай використовується.

- Change_pass.

Ім'я користувача за умовчанням для системи – «pi», а пароль – «raspberrу». За допомогою параметра change_pass Raspi-config

користувач може легко змінити пароль на початку. Це важливо для забезпечення безпеки сервера.

- `Change_timezone`.

За допомогою цієї опції можна налаштувати фактичний часовий пояс.

- `SSH`.

За допомогою Secure Shell або SSH користувач може віддалено входити на сервер. Це важливо, тому що потрібно віддалено змінити конфігурацію системи, змінити, модифікувати або завантажити коди. SSH є безпечним варіантом для цього.

Для цього можна використовувати Putty, Secure CRT або будь-яке інше подібне програмне забезпечення для віддаленого входу в Raspberry Pi. Використовуючи цей параметр у `Raspi-config`, я можу вибрати, чи потрібно вмикати SSH.

- `Boot_behaviour`.

Raspberry pi завантажується з параметром командного рядка за замовчуванням. Для початківців краще використовувати середовище робочого столу. За допомогою цього параметра користувач може змінити це так, щоб він завантажувався прямо на робочий стіл під час кожного завантаження.

Важливо зазначити, що Raspberry Pi не має спеціальної кнопки живлення або скидання. Він завантажується автоматично щоразу, коли його вмикають.

Веб-сервер - це поєднання апаратного та програмного забезпечення, що забезпечує веб-вміст, до якого клієнти або користувачі можуть отримати доступ через Інтернет або локальну мережу. Зв'язок між сервером і клієнтом відбувається за допомогою Hypertext Terminal Protocol.

Будь-який комп'ютер загального призначення повинен стати апаратною платформою, у даному випадку це Raspberry Pi. Для обробки http-запитів від клієнта мені також знадобилося програмне забезпечення.

Веб-сайт або HTML-сторінку можна створити будь-де, але для доступу до них з Інтернету чи локальної мережі їх потрібно зберегти їх у певному місці на сервері. Отже, щоразу, коли http-запити надсилалися зі сторони клієнта, веб-сервер відповідав, пересилаючи клієнту відповідний вміст HTML.

Іноді веб-сервер посилається лише на програмне забезпечення, яке обробляє http-запит. Існує досить багато варіантів, як-от Apache, Cherokee, Lighttpd, Nginx тощо для середовища Linux і IIS для Windows.

Усі вони, крім IIS, є відкритими та безкоштовними. Продуктивність веб-сервера залежить від того, скільки клієнтів він може обслуговувати одночасно і як швидко він може відповідати. Nginx є найшвидшим веб-сервером з точки зору часу завантаження та кількості підключень, а Apache є найповільнішим.

Apache значно повільніший за Nginx, особливо для статичних сторінок. У випадку динамічних сторінок Apache не такий повільний. Більшість сторінок наповнені динамічним вмістом. Більше того, близько 50% усього веб-сервера у світі використовують apache. Доступні дві версії apache, відомі як apache1 і apache2. Для приладу контролю та

накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів будемо використовувати apache2.

HTML-сторінки можна створювати та переглядати будь-де. Коли їх потрібно обслуговувати, хтось повинен переконатися, що вони знаходяться в належному місці на веб-сервері.

Після завершення інсталяції в каталозі «var» створюється новий каталог під назвою «www», який також відомий як корінь документа. Коли запитуються певна сторінка, apache шукає, чи доступна ця сторінка в корені документа, якщо ні, користувач не отримає належної відповіді від apache. Якщо на сервері потрібен інший каталог, у цьому випадку apache потрібно налаштувати відповідно.

Отримані дані від сенсорної мережі можуть бути безпосередньо збережені в текстовому файлі. Щоб отримати належний доступ до цих даних або маніпулювати ними, потрібно зберігати їх у більш структурований спосіб.

Для цього потрібно встановлення механізму бази даних. Існує кілька механізмів баз даних, таких як MySQL, SQLite, PostgreSQL. Усі вони є відкритими та вільними для використання. Оберемо MySQL, оскільки він має високий рейтинг і найбільш широко використовувану RDBMS.

SQLite також можна використовувати, враховуючи його невелику площу. Під час встановлення мені запропоновано використовувати пароль для MySQL. Це було важливо, оскільки кожного разу, коли потрібно отримати доступ до MySQL безпосередньо з терміналу, він запитує автентифікацію користувача. Подібним чином сценарії,

написані для доступу до бази даних, потребуватимуть належної автентифікації.

Будемо використовувати два модулі для MySQL, які допоможуть йому нормально функціонувати.

- Libapache2-mod-auth-mysql.

Щоб виконати HTTP-автентифікацію за допомогою apache2 щодо інформації, що зберігається в базі даних MySQL, було встановлено модуль «libapache2-mod-authmysql».

- Php5-mysql.

За допомогою цього модуля можна отримати доступ до бази даних з будь-якого терміналу. Для підключення до бази даних MySQL безпосередньо з PHP-скрипту необхідно встановити модуль php5-mysql.

Зі сторінки HTML якщо потрібно безпосередньо увійти до бази даних і отримати або змінити дані, нам потрібна програма, розташована на сервері, яка відповідає за зв'язок із базою даних.

Сценарій може залишатися на сервері як окремий файл або може бути вбудований у html-код. Причина цього типу програмування відома як сценарії на стороні сервера, оскільки вони виконуються сервером.

Мова сценаріїв допомагає створювати динамічні веб-сторінки. Існує досить багато доступних мов сценаріїв, наприклад: PHP, ASP, JSP, Ruby, Python тощо. Для розробки програмної реалізація приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів використаємо PHP. Причина в тому, що він безкоштовний, потребує меншої обчислювальної потужності на сервері, підходить як для малих, так і для

великих проектів, потребує мало часу на розробку та загалом найбільш широко використовується веб-програмістами.

Потрібно також встановити інструмент `phpmyadmin`, який допомагає адмініструвати MySQL. Використання цього параметра для графічної роботи з MySQL є можливим і виконує більшість функціональних завдань. Він дозволяє створювати, копіювати, видаляти, перейменовувати та змінювати бази даних, таблиці, поля та індекси. Користувач може імпортувати дані з CSV і SQL до бази даних, а також може експортувати будь-які дані з MySQL у формат CSV або SQL за допомогою `phpmyadmin`.

Особливість програмної реалізація приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів полягає в тому, щоб зберегти дані, а також побудувати їх як графіки або діаграми в реальному часі.

Мова програмування Python вбудована в Raspbian, тому її інсталяція не потрібна. У програмній реалізації приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів використаємо мову програмування Python для створення програмного забезпечення контролера, який би керував мережею датчиків, надсилав і збирав дані з мережі датчиків і зберігав їх у базі даних.

Python має багато вбудованих функцій і модулів. На додаток до цього довелося встановити ще кілька пакетів або модулів, для програмній реалізації приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.

Коли програма стає довшою, можна взяти блок визначень і помістити їх в окремий файл. Цей файл також можна використовувати

іншими програмами. У Python шляхом об'єднання набору функцій можна створити окремий багаторазовий файл, який можна назвати модулем. Іншими словами, модуль - це файл, що містить визначення та оператори Python із суфіксом .py. Пакет - це набір модулів. Імпортувавши пакет, можна отримати доступ до всіх модулів і підмодулів у його межах.

Нижче наведено деякі з важливих пакетів, які використовуються в цій розробці.

- Pip 1.5.2.

Це перший пакет для python, який слід інстальювати на новій машині Linux. Це допомагає встановлювати та керувати пакетами python.

- PySerial 2.7.

Більшість даних буде записуватися через послідовний порт або читатися через нього. Налаштування модуля pySerial дозволяє python отримувати доступ до послідовного порту.

- MySQL-python 1.2.5.

Python не може спілкуватися безпосередньо з базою даних MySQL.

Незалежно від того, чи потрібно читати або записувати дані з бази даних MySQL за допомогою python, потрібно встановити модуль MySQL-python.

Розширений планувальник Python.

APScheduler 2.1.2 - потужний планувальник завдань, який допомагає планувати виконання завдань у вибраний час. Це

альтернатива cron, але перевага полягає в тому, що це планувальник завдань у процесі роботи. Він нейтральний до платформи та може мати прямий доступ до змінних і функцій програми.

3.2 Розробка веб-інтерфейсу приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів датчиків

Веб-інтерфейс приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів датчиків зображено на рисунку 3.2.

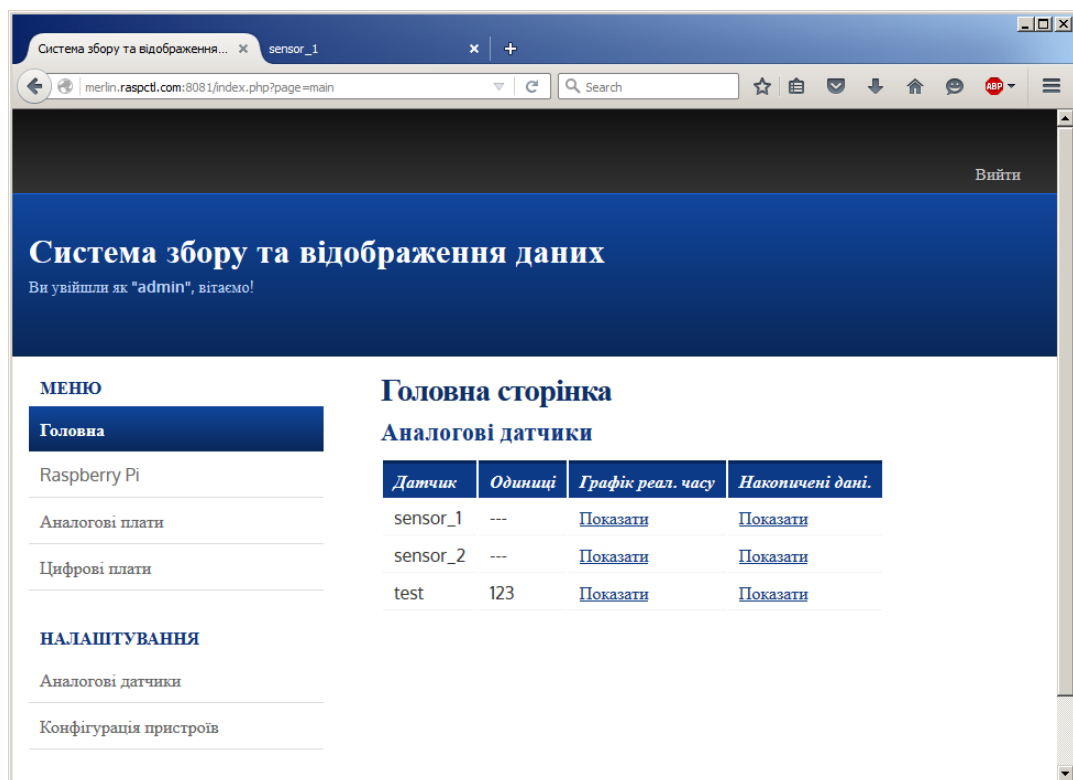


Рисунок 3.2 - Веб-інтерфейс приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів датчиків

Веб-інтерфейс приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів складається із двох частин:

- панель користувача;
- панель налаштувань (доступне тільки користувачу і іменем “admin”).

Панель користувача.

Користувачу доступні наступні сторінки:

- головна сторінка сайту («Головна»);
- інформація про Raspberry Pi («Raspberry Pi»);
- миттєві значення на всіх задіяних аналогових входах («Аналогові плати», які зображені на рисунку 3.3);
- значення цифрових входів («Цифрові плати», які зображені на рисунку 3.4).

Аналогові входи (ModBus input resistors)

30	31	32	33	34	35	36	37
1.878E+3	0.000E+0	0.000E+0	0.000E+0	0.000E+0	1.390E+3	0.000E+0	0.000E+0

Рисунок 3.3 - Миттєві значення на аналогових входах

На головній сторінці сайту користувач має можливість відкрити графік реального часу для вибраного аналогового датчика.

На сторінці «Аналогові плати» користувачу виводяться миттєві значення аналогових входів (без урахування калібрування).

Дискретні плати (Modbus discrete inputs)

0	1	2	3	4	5	6	7
false	false	false	false	false	false	false	false
8	9	10	11	12	13	14	15
false	false	false	false	false	false	false	false
16	17	18	19	20	21	22	23
false	false	false	false	false	false	false	false
24	25	26	27	28	29	30	31
false	false	false	false	false	false	false	false

Рисунок 3.4 - Миттєві значення на аналогових входах

Заголовки таблиці заповнені значеннями адрес відповідних вхідних регістрів Modbus протоколу. На сторінці «Цифрові плати» виводиться інформація про стан дискретних входів. Заголовки таблиці заповнені значеннями адрес відповідних дискретних входів Modbus протоколу.

Панель налаштування.

Панель налаштувань складається з наступних частин:

- налаштування параметрів аналогових датчиків («Аналогові датчики», які зображені на рисунку 3.5);

- загальна конфігурація пристроїв, доступ до яких забезпечуються протоколом Modbus («Конфігурація пристроїв», які зображені на рисунку 3.6).

На сторінці «Аналогові датчики» користувачу із правами адміністратора надається можливість конфігурувати аналогові датчики (в т.ч. додавати нові та видаляти існуючі).

Список аналогових датчиків

Назва	Одиниці виміру	Адреса	A	B	Редагувати	
sensor_1	---	30	6.92E-1	-1.30E+3	редаг.	видал.
sensor_2	---	35	1.00E+0	0.00E+0	редаг.	видал.
test	123	1	-1.00E+0	1.00E+0	редаг.	видал.

ДОДАТИ

Рисунок 3.5 - Список аналогових датчиків та їх параметрів

Параметри датчика

Основна інформація

Назва:

Одиниці виміру:

Адреса:

Коефіцієнти корегуючого рівняння

a:

b:

Рисунок 3.6 - Форма для редагування параметрів датчика

Для редагування параметрів датчика слід натиснути відповідну кнопку. З'явиться відповідна форма (рисунок 3.6).

Доступні наступні параметри для редагування:

- назва датчика;
- назва одиниць вимірювання;
- адреса відповідного вхідного регістру Modbus;
- коефіцієнти корегуючого рівняння $y=ax + b$.

Видалити всю інформацію про датчик можна скориставшись відповідною кнопкою на сторінці «Аналогові датчики». Після цього буде виведена сторінка із попередженням (рисунок 3.7).

Попередження

Видалити всю інформацію про датчик?

Назва: test

Одиниці: 123

Адреса: 1

A = -1, B = 1



Рисунок 3.7 - Попередження про видалення датчика

Щоб додати нових датчик потрібно натиснувши кнопку «Додати». Після цього буде виведена форма для заповнення параметрів нового датчика.

Пункт «Конфігурація пристроїв» панелі налаштувань (рисунок 3.8) надає можливість редагувати наступні параметри:

- початкова адреса вхідних регістрів Modbus для аналогових входів;
- кількість задіяних аналогових входів;
- початкова адреса дискретних входів Modbus для цифрових входів;
- кількість задіяних цифрових входів;
- інтервал опитування аналогових датчиків (використовується при накопиченні даних).

Конфігурація пристроїв

Аналогові входи (modbus input registers)

Початкова адреса:

Кількість входів:

Дискретні входи (modbus discrete inputs)

Початкова адреса:

Кількість входів:

Параметри опитування

Інтервал опитування(сек.):

ОК

Рисунок 3.8 - Конфігурація пристроїв

Modbus – комунікаційний протокол, заснований на технології master-slave. Широко застосовується в промисловості для організації зв'язку між електронними пристроями. Може використовувати для передачі даних через послідовні лінії зв'язку RS-485, RS-422, RS-232, а також мережі TCP/IP (Modbus TCP).

Одне з типових застосувань протоколу – читання і запис даних в регістри контролерів. Специфікація протоколу визначає чотири типи даних, які наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Модель даних Modbus

Тип даних	Тип елемента	Тип доступу
Дискретні входи (англ. Discrete Inputs)	Один біт	тільки читання

Регістри прапорів (англ. Coils)	Один біт	читання і запис
Регістри вводу (англ. Input Registers)	16-бітне слово	тільки читання
Регістри зберігання (англ. Holding Registers)	16-бітне слово	читання і запис

В нашому випадку дискретні входи (англ. Discrete Inputs) використовуються для цифрових входів дискретних плат розширення, а регістри вводу (англ. Input Registers) для аналогових входів АЦП.

Для Веб-інтерфейсу приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів давачів використаємо бібліотеку Phpmodbus для мови PHP. Ця бібліотека представляє реалізує функціонування Modbus TCP та UDP з використанням мови PHP.

Функції бібліотеки Phpmodbus для мови PHP.

- Modbus master.
- FC1 - Read coils.
- FC2 - Read input discretes.
- FC3 - Read holding registers.
- FC4 - Read holding input registers.
- FC5 - Write single coil.
- FC6 - Write single register.
- FC15 - Write multiple coils.
- FC16 - Write multiple registers.

- FC23 - Read/Write multiple registers.

Інсталяції бібліотеки бібліотеки Phpmodbus для мови PHP.

1. Передбачається, наявність встановленого веб-сервера із підтримкою PHP.

2. Скопіювати Phpmodbus бібліотеку у папку PHP проекту.

3. Створити PHP-скрипт та підключити бібліотеку використовуючи require_once() оператор.

```
require_once dirname(__FILE__) . '/Phpmodbus/ModbusMaster.php'.
```

4. Для підключення UDP Modbus master, підключеного до деякого slave використовується наступний рядок.

```
$modbus = new ModbusMaster("192.168.1.1", "UDP").
```

5. У випадку TCP.

```
$modbus = new ModbusMaster("192.168.1.1", "TCP").
```

Зчитування вхідних регістрів (input registers).

```
<?php
```

```
require_once          dirname(__FILE__)
```

```
'../../Phpmodbus/ModbusMasterUdp.php';
```

```
// Create Modbus object
```

```
$modbus = new ModbusMasterUdp("192.192.15.51");
```

```
try {
```

```
    // Read input discretes - FC 4
```

```

        $recData = $modbus->readMultipleInputRegisters(0, 0, 2);
    }

    catch (Exception $e) {

        // Print error information if any

        echo $modbus;

        echo $e;

        exit;

    }

    var_dump($recData);

```

Зчитування дискретних входів (input discretetes).

```
<?php
```

```

require_once dirname(__FILE__) . '/../Phplib/ModbusMaster.php';

// Create Modbus object

$modbus = new ModbusMaster("192.192.15.51", "UDP");

try {

    // FC 2

    // read 2 input bits from address 0x0 (Wago input image)

    $recData = $modbus->readInputDiscretetes(0, 0, 2);

}

```

```
catch (Exception $e) {  
  
    // Print error information if any  
  
    echo $modbus;  
  
    echo $e;  
  
    exit;  
  
}  
  
// Print status information  
  
echo "</br>Status:</br>" . $modbus;  
  
// Print read data  
  
echo "</br>Data:</br>";  
  
var_dump($recData);  
  
echo "</br>";
```

Реалізація Modbus/TCP клієнта на мові Perl

MBclient – модуль для роботи із протоколом Modbus на мові Perl.

Інсталяція.

```
sudo perl -MCPAN -e'install MBclient'
```

Використання.

1. Створити об'єкт MBclient та задати основні параметри, такі як хост та порт.
2. Викликати функцію open().

3. Викликати потрібні вам функції (див. далі).

4. Викликати функцію close().

Далі будуть наведені будуть описані функції, визначені в модулі MBclient.

new()

new() створити новий об'єкт MBclient.

Приклад: `my $m = MBclient->new();`

open()

open() відкрити TCP з'єднання.

Функція поверне undef у випадку помилки.

Приклад: `$m->open();`

is_open()

is_open() повертає True якщо TCP з'єднання відкрито, False – якщо закрито.

Приклад: `$m->is_open();`

close()

close() закрити TCP з'єднання.

Повертає True якщо успішно, undef якщо виникла помилка.

Приклад: `$m->close();`

mode(MODBUS_MODE)

Встановлює режим Modbus : TCP (за замовлюванням) або RTU.

Використовує дві константи для встановлення режиму:
MODBUS_TCP and MODBUS_RTU.

```
$m->mode(MODBUS_RTU);
```

```
host(hostname)
```

Ця стрічка служить для встановлення сервера IPv4, наприклад "192.168.0.1" або URL, наприклад "plc1.domain.net".

Повертає "hostname" у разі успіху, undef в іншому разі.

Приклад: \$m->host("192.168.0.1");

Можна отримати ім'я хоста викликавши host() без аргументів.

```
port(port)
```

Встановлює порт сервера (502 за замовчуванням).

Поверне "port" в разі успіху, undef в іншому разі.

Приклад: \$m->port(888);

Ви можете отримати параметр порта викликавши port() без аргументів.

```
read_discrete_inputs(bit_addr, bit_nb)
```

read_discrete_inputs() зчитує дискретні входи.

Ця функція зчитує "bit_nb" бітів починаючи з адреси "bit_addr".

Повертає посилання на масив бітів або undef, якщо сталась помилка.

Зчитування 1 біту за адресою 0x45.

```
my $bits = $m->read_discrete_inputs(0x45, 1);
```

```
if ($bits) {
```

```
    print $$bits[0]."\n";
```

```
} else {
```

```
    print "error code: ".$m->last_error()."\n";
```

```
}
```

```
read_input_registers(reg_addr, reg_nb)
```

read_input_registers() зчитує вхідні регістри.

Функція зчитує "reg_nb" регістрів починаючи із регістра за адресою "reg_addr".

Поверне масив регістрів або undef у разі помилки.

Зчитування 4 регістрів за адресою 0x100.

```
my $regs = $m->read_input_registers(0x100, 4);
```

```
foreach my $reg (@$regs) {
```

```
    print $reg."\n";
```

```
}
```

Бібліотека MinimalModbus 0.7 на мові Python.

MinimalModbus – це легка у використанні бібліотека для роботи із протоколом Modbus на мові Python.

Інсталяція.

```
$ pip install minimalmodbus
```

Використання.

```
#!/usr/bin/env python
```

```
import minimalmodbus
```

```
instrument = minimalmodbus.Instrument('/dev/ttyUSB1', 1) # port name,  
slave address (in decimal)
```

```
## Read temperature (PV = ProcessValue) ##
```

```
temperature = instrument.read_register(289, 1) # Registernumber,  
number of decimals
```

```
print temperature
```

```
## Change temperature setpoint (SP) ##
```

```
NEW_TEMPERATURE = 95
```

```
instrument.write_register(24, NEW_TEMPERATURE, 1) #  
Registernumber, value, number of decimals for storage
```

PyQt - це інструментарій для створення додатків з графічним інтерфейсом користувача, розроблений Riverbank. Це інтерфейс Python для Qt, однієї з найпотужніших і популярних міжплатформних бібліотек GUI.

Qt - це міжплатформна платформа розробки, написана мовою C++ і розроблена Trolltech, але тепер вона належить компанії Qt. Його можна

використовувати в кількох мовах програмування через зв'язки з Java, Ruby, Perl і Python (PyQt).

PyQt API - це набір модулів, що містить велику кількість класів і функцій. Він має 400+ класів і 6000 функцій і методів. Ці класи визначені в більш ніж 20 модулях, які будуть представлені нижче.

PyQt сумісний з усіма популярними операційними системами, включаючи Windows, Linux і Mac OS. Перш ніж ви зможете створити PyQt, ви повинні вже створити та встановити SIP. PyQt поєднує в собі всі переваги Qt і Python.

Модулі API, які часто використовуються, включають:

QtCore - основні класи без графічного інтерфейсу користувача, які використовуються іншими модулями.

QtGui - компоненти графічного інтерфейсу користувача.

QtMultimedia - Класи для низькорівневого мультимедійного програмування.

QtNetwork - Класи для мережевого програмування.

QtOpenGL - класи підтримки OpenGL.

QtScript - Класи для оцінки сценаріїв Qt.

QtSql - Класи для інтеграції бази даних за допомогою SQL.

QtSvg - Класи для відображення вмісту файлів SVG.

QtWebKit - Класи для візуалізації та редагування HTML.

QtXml - Класи для обробки XML.

QtAssistant - підтримка онлайн-довідки.

QtDesigner - Класи для розширення Qt Designer.

Модуль QtCore містить неграфічну функціональність для роботи з файловою системою ОС. Модуль QtGui містить усі графічні елементи керування. Були використані два модулі: QtCore і QtGui.

Клас QObject є базовим класом усіх об'єктів Qt. Це серце об'єкта Qt.

Модель. Головною особливістю цієї моделі є дуже потужний механізм безперебійного зв'язку об'єктів, який називається «сигнали та слоти».

Клас QApplication керує основними параметрами та потоком керування програми GUI. Він містить головний цикл подій, у якому обробляються та відправляються події, створені елементами вікна та іншими джерелами. Він також обробляє загальносистемні та прикладні налаштування.

Клас QWidget, похідний від класів QObject, є базовим класом для всіх об'єктів інтерфейсу користувача. Класи QDialog і QFrame також є похідними від класу QWidget. Вони мають власну систему підкласів. PyQt використовує права власності батьків і дітей. Якщо батьківську модель видалено, усі її дочірні моделі буде видалено автоматично.

Бібліотеки Python, які були використані для розробки програми.

Sys

Цей модуль надає доступ до деяких констант, функцій, змінних методів, які використовуються або підтримуються інтерпретатором, а

також до функцій, які сильно взаємодіють з інтерпретатором. Він завжди доступний.

Struct

Модуль struct включає функції для перетворення між рядками байтів і рідними типами даних Python, такими як числа та рядки.

Threading

Цей модуль створює інтерфейси потоків вищого рівня поверх модуля потоків нижчого рівня. Використання потоків дозволяє програмі виконувати декілька операцій одночасно в одному просторі процесу.

Socket

Модуль Socket надає низькорівневий C API для спілкування через мережу за допомогою інтерфейсу сокета BSD. Він включає в себе клас сокетів для обробки фактичного каналу даних і функції для пов'язаних з мережею завдань, таких як перетворення імені сервера на адресу та форматування даних для надсилання через мережу.

Traceback

Цей модуль надає стандартний інтерфейс для вилучення, форматування та друку трасування стека програм Python.

CSV

Модуль csv реалізує класи для читання та запису табличних даних у форматі CSV.

Time

Цей модуль надає низку функцій для роботи з датами та часом протягом дня. Це тонкий шар поверх бібліотеки часу виконання C.

Random

Цей модуль реалізує генератори псевдовипадкових чисел для різних розподілів.

PID Ivmech PID Controller - це проста реалізація пропорційно-інтегрально-похідного (PID) контролера на мові програмування Python.

Matplotlib

Matplotlib, мабуть, є найбільш використовуваним пакетом Python (бібліотекою графічних зображень) для 2Dgraphics. Він надає як дуже швидкий спосіб візуалізації даних з Python, так і показники якості публікації в багатьох форматах. Matplotlib можна використовувати в сценаріях Python, MATLAB, Mathematica, сервери веб-додатків і різноманітні інструменти графічного інтерфейсу користувача.

NavigationToolbar є розширенням для matplotlib. Ця функція забезпечує інтерактивну навігацію. Ось опис кожної з кнопок у верхній частині панелі інструментів:

1. Кнопка «Домашня сторінка» - завжди повертає вас до першого перегляду даних за замовчуванням.
2. Кнопка «Назад»- переміщення вперед і назад між попередньо визначеними видами.
3. Кнопка «Вперед» - переміщення вперед і назад між попередньо визначеними видами.

4. Кнопка Pan/Zoom - ця кнопка має два режими: панорамування та масштабування.

5. Кнопка Zoom-to-rectangle - масштабування виділеної області.

6. Кнопка конфігурації субсюжету - налаштувати зовнішній вигляд субсюжету.

3. 3 Висновки до третього розділу

1. Існує загальна тенденція використання Linux як операційної системи для невеликих кишенькових комп'ютерів. Навіть телефони Android, які використовуються як мобільні пристрої, також працюють на системі на базі Linux.

2. Мова програмування Python вбудована в Raspbian, тому її інсталяція не потрібна. У програмній реалізації приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних датчиків використаємо мову програмування Python для створення програмного забезпечення контролера, який би керував мережею датчиків, надсилав і збирав дані з мережі датчиків і зберігав їх у базі даних.

3. Для Веб-інтерфейсу приладу контролю та накопичення аналогових та цифрових параметрів датчиків використаємо бібліотеку Pymodbus для мови PHP. Ця бібліотека представляє реалізує функціонування Modbus TCP та UDP з використанням мови PHP.

ВИСНОВКИ

В процесі розробки приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів встановлено, що основними критеріями, які слід враховувати при виборі приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів, є максимальна частота дискретизації, кількість каналів, вхідні діапазони, роздільна здатність АЦП і можливість одночасного збору.

В першому розділі були розглянуті наступні питання: будова і принцип роботи приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.

У другому розділі розроблено схему електричну принципову плати розширення для аналогових давачів, схему електричну принципову плати розширення для цифрових давачів, яка містить 16 цифрових входів. Також була розроблена схема електрична принципова плати годинника реального часу та ModBus інтерфейсу.

У третьому розділі розроблено програмне забезпечення приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів. У програмній реалізації приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів використаємо мову програмування Python для створення програмного забезпечення контролера, який би керував мережею датчиків, надсилав і збирав дані з мережі датчиків і зберігав їх у базі даних.

Розроблено алгоритм роботи та програмне забезпечення приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1 Bacelli, Giorgio, et al. “Scoping and Requirements for a Data Acquisition System to Support Small-Scale Wave Energy Converter Testing.” 22 Jan. 2019.

2 Rhinefrank, Ken, et al. “Numerical Analysis and Scaled High Resolution Tank Testing of a Novel Wave Energy Converter.” Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, vol. 135, no. 4, 2013, p. 041901., doi:10.1115/1.4024886.

3 Coe, Ryan, et al. Advanced WEC Dynamics & Controls. Oct. 2016, mhkdr.openei.org/files/151/AdvWecCntrls wtv01.pdf.

4 Arduino. Arduino Mega 2560 Rev3 [online] Available at: <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>.

5 AB&T. EasyCAT [online] Available at: <https://www.bausano.net/shop/en/home/1-arduino-ethercat.html>.

6 Analog. DC682A [online] Available at: <https://www.analog.com/en/design-center/evaluation-hardware-andsoftware/evaluation-boards-kits/dc682a.html#eb-relatedhardware>.

7 Analog. DC2025A [online] Available at: <https://www.analog.com/en/design-center/evaluation-hardware-andsoftware/evaluation-boards-kits/dc2025a-a.html#eb-relatedhardware>.

8 Sparkfun. Sparkfun Load Cell Amplifier - HX711 [online] Available at: <https://www.sparkfun.com/products/13879>.

9 Amazon. NulSom Inc. Ultra Compact RS232 to TTL Converter with Male DB9 (3.3V to 5V) [online] Available at:

<https://www.amazon.com/NulSom-Inc-Ultra-CompactConverter/dp/B00OPU2QJ4>.

10 Digikey. MAX1484EUB+ [online] Available at: <https://www.digikey.com/product-detail/en/maximintegrated/MAX1484EUB/MAX1484EUB-ND/1474997>.

11 NCD. 2-Channel 4-20 mA Current Loop Receiver 16-Bit ADS1115 I2C Mini Module [online] Available at: <https://store.ncd.io/product/2-channel-4-20-ma-current-loop-receiver-16-bit-ads1115-i2c-mini-module/>

12 Digikey. AMT232B-V [online] Available at: https://www.digikey.com/product-detail/en/cui-inc/AMT232B-V/102-4485-ND/8031587?WT.zcid=ref_neda_dkc_buynow_cui&utm_source=ecia&utm_medium=aggregator&utm_campaign=cui

13 Digikey. XSens Technologies BV MTI-20-2A8G4-DK [online] Available at: <https://www.digikey.com/product-detail/en/xsens-technologiesbv/MTI-20-2A8G4-DK/MTI-20-2A8G4-DK-ND/6024013>

14 Mouser. Yageo RC0201FR-078R2L [online] Available at: <https://www.mouser.com/ProductDetail/Yageo/RC0201FR-078R2L?qs=sGAEpiMZZMtlubZbdhIBIOmt8RoBvXQUz8L7OkU3EE4%3D>

15 Amazon. Nichicon ES Muse Capacitors - 25V 220uf Audio [online] Available at: <https://www.amazon.com/pcs-Nichicon-ES-MUSECapacitors/dp/B075K494YW>

16 Linear Technology. "LTC1857/LTC1858/LTC1859", LTC1859 datasheet. [online] Available at: <https://www.analog.com/media/en/technicaldocumentation/datasheets/185789fb.pdf>.

17 Linear Technology. "LTC2668", LTC2668 datasheet [online] Available at: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/datasheets/2668fa.pdf>.

18 Digikey. LMB Heeger Inc. TF-781 PL/UNPD [online] Available at: <https://www.digikey.com/product-detail/en/TF-781+PL%2fUNPD/L105-ND/1936>

19 Paparella, Francesco, et al. "A Low-Cost Motion Capture System for SmallScale Wave Energy Device Tank Testing." Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, vol. 141, no. 3, 2018, p. 031008., doi:10.1115/1.4041608.

20 marineenergy.biz. Oceantec WEC heads to bimep [online] Available at: <https://marineenergy.biz/2016/10/12/oceantec-wec-heads-tobimep/> [Revised 12 Oct. 2016].

21 en.wikipedia.org. Pelamis Wave Energy Converter [online] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Pelamis_Wave_Energy_Converter.

22 Tethys Wello Penguin at EMEC [online] Available at: <https://tethys.pnnl.gov/annex-iv-sites/wello-penguin-emec>.

23 coastalwiki.org Wave Energy Converters [online] Available at: http://www.coastalwiki.org/wiki/Wave_energy_converters [Revised 8 Nov. 2013].

24 Speedgoat Speedgoat real-time simulation and testing [online] Available at: <https://www.Speedgoat.com/> [Accessed 20 Mar. 2019].

25 mathworks.com Simulink Real-Time [online] Available at: <https://www.mathworks.com/products/simulink-real-time.html>.

26 CUI. "AMT23 Modular Absolute Encoder", AMT23 Series datasheet. [online] Available at: <https://www.cui.com/product/resource/amt23.pdf>.

27 Maxim Integrated. "Software-Selectable, Half-/Full-Duplex, SlewRate-Limited, 12Mbps, RS-485/RS-422 Transceivers in μ MAX Package", MAX1481-MAX1486 datasheet. [online] Available at: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX1481-MAX1486.pdf>

28 MT Manager User Manual, Xsens, Culver City, CA, USA, 2019. [online] Available at: https://documentation.xsens.com/mt_lowlevel_communication_protocol.

29 Wu, Joseph. "ADS1115: Have Noise Issue and When and How to Calibration." Texas Instruments: E2E Support Forums, 16 Dec. 2018, e2e.ti.com/support/data-converters/f/73/t/758271?ADS1115-Havenoise-issue-and-when-and-how-to-calibration.

30 B.P., Jithin. "Calibrating the PSLab's Analog Features for Maximum Accuracy." Blog.fossasia.org, 7 Aug. 2017, blog.fossasia.org/calibrating-the-pslabs-analog-features-for-maximum-accuracy/.

31 Texas Instruments. "ADS111x Ultra-Small, Low-Power, I²C-Compatible, 860-SPS, 16-Bit ADCs With Internal Reference, Oscillator, and Programmable Comparator", ADS1113, ADS1114, ADS1115 datasheet. [online] Available at: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1115.pdf>

32 Smoot, Jeff. "When Is an Absolute Encoder Right for Your Design?" CUI Inc, 20 Mar. 2018, www.cui.com/blog/when-is-an-absolute-encoder-rightfor-your-design.

33 CUI Inc. "AMT23 Series Modular Absolute Encoder", AMT23 datasheet. [online] Available at: <https://www.cui.com/product/resource/am>

t23.pdf.

34 Ametek. (2019). DC Gearmotor [online] Available at: <https://prototypes.haydonkerk.com/ecatalog/brush-dc-motors/en/brushdc-motors-GM8543S059-SP>

35 Low Voltage.” Wikipedia, Wikimedia Foundation, 24 Apr. 2019, en.wikipedia.org/wiki/Low_voltage.

36 Andy aka. (27 Feb. 2018). Using low pass filter for a differential ended receiver system? Message posted to <https://electronics.stackexchange.com/questions/358696/using-low-passfilter-for-a-differential-ended-receiver-system>

37 Vuojolainen, Jouni, et al. Comparison of Excitation Signals in Active Magnetic Bearing System Identification. 1st ed., vol. 38, Modeling, Identification and Control, 2017, pp. 1–11, Comparison of Excitation Signals in Active Magnetic Bearing System Identification.

38 Grauer, Jared, et al. Real-Time Frequency Response Estimation Using Joined-Wing SensorCraft Aeroelastic Wind-Tunnel Data. 2019, Real-Time Frequency Response Estimation Using Joined-Wing SensorCraft Aeroelastic Wind-Tunnel Data.

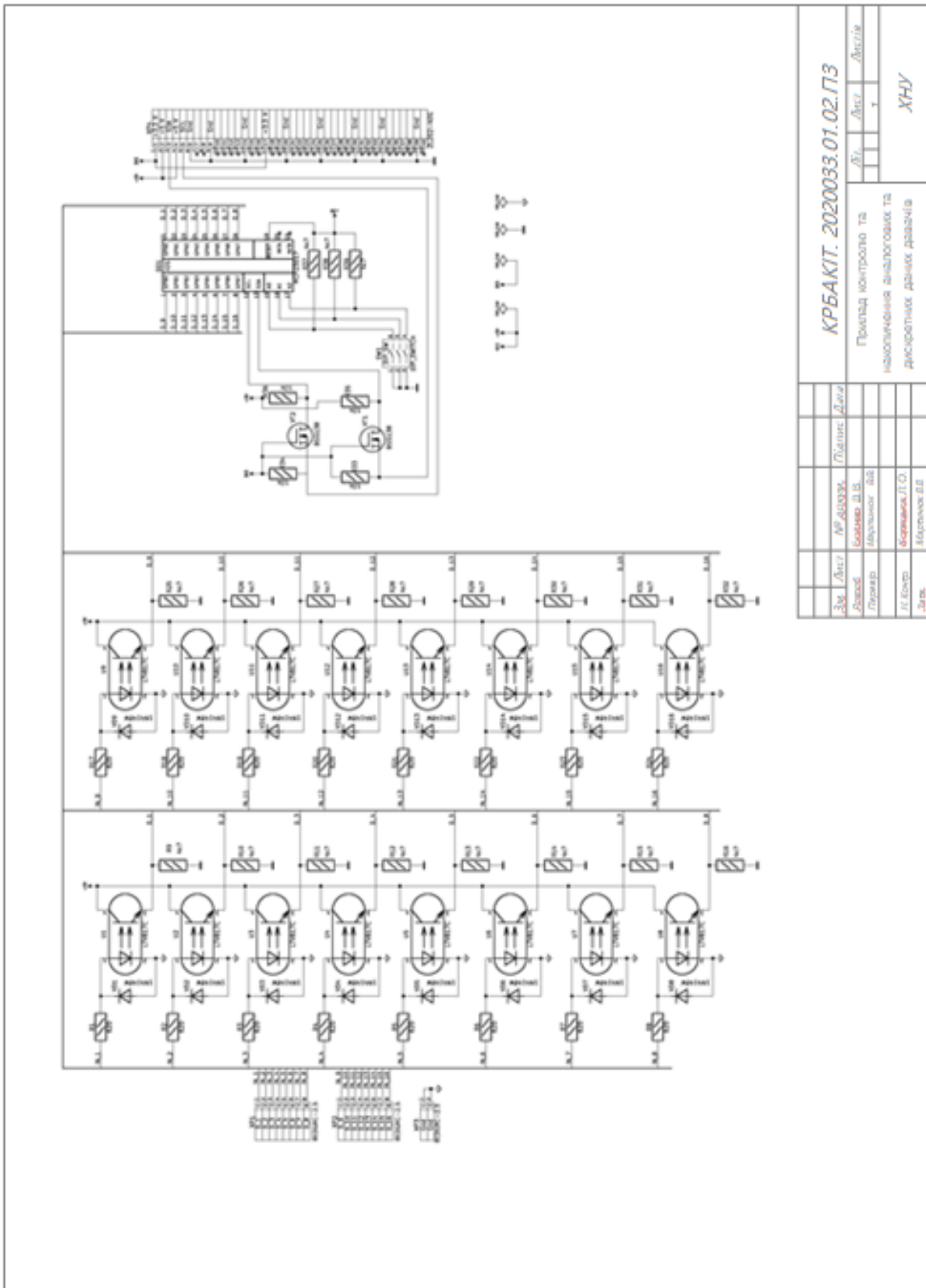
39 Tetu, Amelie. “Power Take-Off Systems for WECs.” SpringerLink, Springer, Cham, 1 Jan. 1970, link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-39889-1_8.

40 coastalwiki.org Wave Energy Converters [online] Available at:http://www.coastalwiki.org/wiki/Wave_energy_converters [Revised 8 Nov. 2013].

ДОДАТКИ

Додаток Б

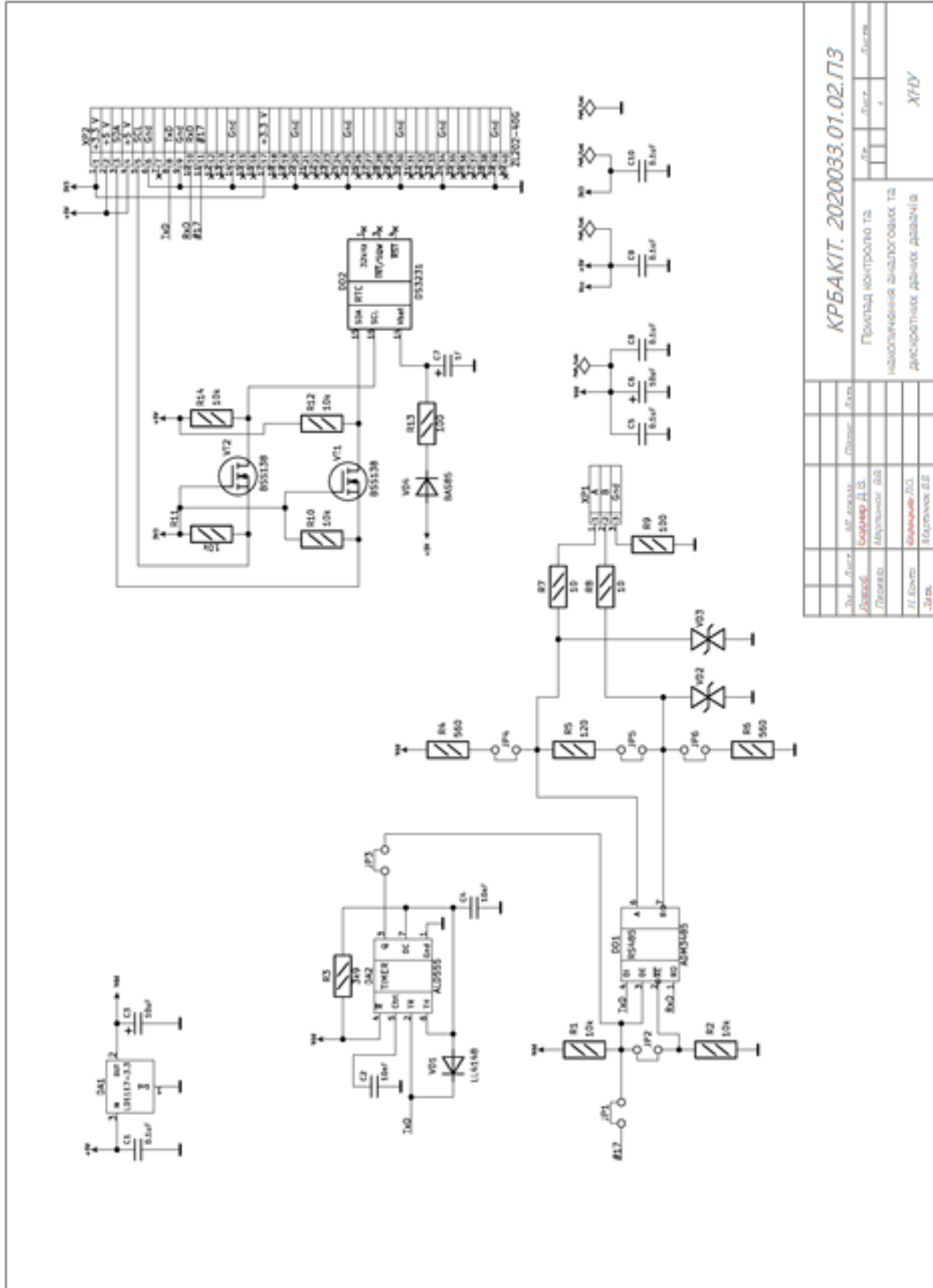
Схема електрична принципова плати розширення для цифрових датчиків, яка містить 16 цифрових входів



КРБАКІТ. 2020033.01.02.ПЗ	
Зм. / Інст.	Платини / Додат.
Додаток	Прийнято контролю та
Лук'як	накопичена аналогових та
І. Стор	дискретних датчиків
Дат.	ХНУ

Додаток В

Схема електрична принципова плати годинника реального часу та ModBus інтерфейсу



Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1015608071

Дата перевірки:
15.06.2023 09:25:03 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
15.06.2023 09:56:14 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: Bondar

Кількість сторінок: 62 Кількість слів: 9401 Кількість символів: 72156 Розмір файлу: 8.07 MB ID файлу: 1015256088

414 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

11.5% Схожість

Найбільша схожість: 3.73% з Інтернет-джерелом (<https://www.khnu.km.ua/root/page.aspx?l=0&p=1&r=2>)

10.9% Джерела з Інтернету 212 Сторінка 64

2.37% Джерела з Бібліотеки 13 Сторінка 65

0.47% Цитат

Цитати 2 Сторінка 66

Посилання 1 Сторінка 66

0% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

0% Вилучення з Інтернету 1 Сторінка 67

0% Вилученого тексту з Бібліотеки 7 Сторінка 67

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Підозріле форматування 11 сторінок

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 3.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 14%

ID: 116437 Назва: БКР Прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів Додано в БД: 2023-06-15 Автора: Дмитро БОДНАР Керівники: Валерій МАРТИНЮК Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	59482	486	2703 (5%)	36 (7%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Боднар Дмитро Володимирович

Тема: Прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 62

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі були розглянуті наступні питання: будова і принцип роботи приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів. У другому розділі розроблено схему електричну принципову плати розширення для аналогових давачів, схему електричну принципову плати розширення для цифрових давачів, яка містить 16 цифрових входів. Також була розроблена схема електрична принципова плати годинника реального часу та ModBus інтерфейсу. У третьому розділі розроблено програмне забезпечення приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів. У програмній реалізації приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів використаємо мову програмування Python для створення програмного забезпечення контролера, який би керував мережею датчиків, надсилав і збирав дані з мережі датчиків і зберігав їх у базі даних. Розроблено алгоритм роботи та програмне забезпечення приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів.

4. Позитивні сторони роботи: гальванічна розв'язка вхідних кіл приладу контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів за допомогою оптронів.

5. Негативні сторони роботи: у роботі недостатньо уваги приділяється огляду існуючих технічних рішень

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (3,75/С)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Майдан Тарас Сергійович, к.т.н., доцент
кафедри машин і агрегатів, електричних та енергетичних систем ХНУ

"13" 06 2023 р.

Майдан (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Боднар Д.В.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи АКІТс-20-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надано свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

9.06.2023

дата

ДВ

підпис

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Прилад контролю та накопичення аналогових та дискретних даних давачів
 Автор: Боднар Дмитро Володимирович
 Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
 Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
 Науковий керівник: Мартинюк Валерій Володимирович, доктор технічних наук, професор
 Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

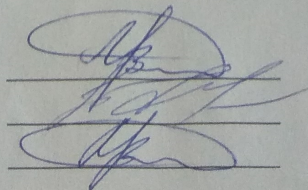
Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 11,5% і адресується до 225 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Дата 16.06.2023р.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи



Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Валерій МАРТИНЮК