

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

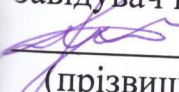
Бакалаврська дипломна робота на тему:
«ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ІМІТАЦІЇ РОБОТИ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДГРІВУ ВОДИ НА ОСНОВІ ТУРБОВАНОЇ ГАЗОВОЇ КОЛОНКИ ARISTON»

Виконав: студент 3 курсу, групи ЕМ-22мс
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)


Олександр ОГОРОДНИК
(ім'я ПРІЗВИЩЕ, підпис)
«28» 05 2024 р.

Керівник 
Микола МОШНОРИЗ
к.т.н., доц. кафедри КЕМСК
(ім'я ПРІЗВИЩЕ, підпис)
«28» 05 2024 р.

Рецензент 
Юрій ЛОБОДА
доц. каф. ЕСЕМ
(ім'я ПРІЗВИЩЕ, підпис)
«10» 06 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри КЕМСК

Микола МОШНОРИЗ
(прізвище та ініціали)
«28» 05 2024 р.

Вінниця – 2024 року

Вінницький національний технічний університет

Факультет Електроенергетики та електромеханіки

Кафедра Комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

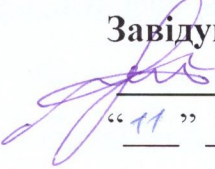
Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма «Електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КЕМСК

 к.т.н., доц. Микола МОШНОРИЗ

“11” 03 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Огороднику Олександр Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Лабораторний стенд для імітації роботи автоматичної системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON

керівник роботи Мошноріз Микола Миколайович, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “11” 03 2024 року № 80

2. Строк подання студентом роботи _____

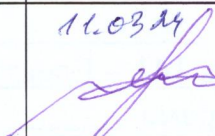
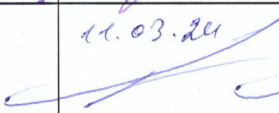
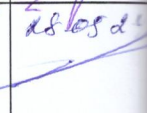
3. Вихідні дані до роботи: продуктивність колонки – 10л/хв; загальна потужність споживання (електрична і теплова) – 18кВт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальні відомості про об'єкт дослідження. Розрахунок параметрів об'єкта дослідження. Техніко-економічне обґрунтування вибору системи автоматизації. Функціональна схема системи автоматизації. Розрахунок і вибір елементів системи автоматизації. Розробка лабораторного стенду. Схема електрична принципова системи автоматизації. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Функціональні зв'язки елементів системи автоматизації. Техніко-економічне обґрунтування вибору системи керування. Розробка лабораторного стенда системи автоматизації. Схема електрична принципова системи системи автоматизації. Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

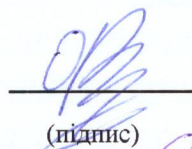
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Мошноріз М. М., к.т.н., доц. каф. КЕМСК	11.03.24 	28.05.24 
Охорона праці	Кобилянський О.В., д. пед. н., зав. каф. БЖДПБ	11.03.24 	28.05.24 

7. Дата видачі завдання 11.03.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

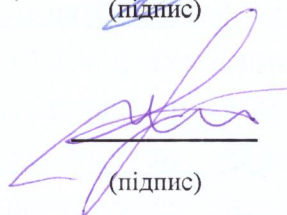
№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР)	11.03.2024	
2	Виконання спеціальної частини БДР. Перший рубіжний контроль виконання БДР	21.05.2024	
3	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БДР	28.05.2024	
4	Виконання розділу «Охорона праці»	28.05.2024	
5	Попередній захист БДР	28.05.2024	
6	Нормоконтроль БДР	28.05.2024	
7	Рецензування БДР	10.06.2024	
8	Захист БДР	11.06.2024	

Студент


(підпис)

О. В. Огородник
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

М. М. Мошноріз
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська дипломна робота складається з 94 сторінок формату А4, на яких є 22 рисунка, 18 таблиць, список використаних джерел містить 11 найменувань.

В бакалаврській дипломній роботі розроблено систему системи автоматизації насосної установки, яка враховує вплив на показники надійності роботи системи автоматизації значення температури води на виході вентилятора. Розглянуто насосний агрегат системи теплопостачання потужністю 11кВт, розраховано приводний двигун, вибрано елементну базу для забезпечення ефективної роботи; для оцінки надійності роботи насосного агрегату застосовано підхід до визначення тривалості напрацювання на відмову залежно від значення температури вентилятора; розроблено принципову схему системи автоматизації та розділ забезпечення безпеки праці при роботі з електроприводом.

Ключові слова: тривалість напрацювання на відмову, насосна установка, електропривод, частотне керування, моделювання.

THE SUMMARY

The bachelor thesis consists of 94 pages of A4 format, on which there are 22 figures, 18 tables, the list of used sources contains 11 titles.

The bachelor's thesis developed an electric drive system for a pumping unit that takes into account the influence of the water pressure at the pump outlet on the reliability of the electric drive. The pump unit of the heat supply system with a capacity of 11 kW was considered, the drive motor was calculated, and the element base was selected to ensure efficient operation; to assess the reliability of the pump unit, the approach to determining the duration of the failure period depending on the value of the pump pressure is used; the principle diagram of the electric drive and the section on ensuring labor safety when working with the electric drive have been developed.

Key words: failure duration, pump installation, electric drive, frequency control, simulation.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	10
1.1 Загальні відомості про напівтурбований протічний водонагрівач ARISTON Marco Polo M2 10L FF	10
1.2 Особливості протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF	13
1.3 Будова протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF.	15
1.4 Принцип роботи протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF	18
2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	22
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	35
4 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	42
5 ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	44
6 РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ	48
6.1 Конструкція лабораторного стенду	48
6.2 Реалізація пристрою керування	51
6.3 Програмна реалізація пристрою керування	54
7 СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	60
8 ОХОРОНА ПРАЦІ	62
8.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об’єкта	62
8.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	62
8.1.2 Електробезпека	64
8.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	65
8.2.1 Мікроклімат виробничого приміщення.....	65
8.2.2 Склад повітря робочої зони	66

	4
8.2.3 Виробниче освітлення	67
8.2.4 Виробничий шум	68
8.2.5 Виробнича вібрація.....	69
8.2.6 Пожежна безпека	70
ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75
Додаток А. Технічне завдання	79
Додаток Б. Ілюстративні матеріали	82

ВСТУП

Автоматизація технологічних процесів — це комплекс заходів, спрямованих на зменшення або усунення участі людини в керуванні і контролі виробничими процесами. Вона включає використання різноманітних засобів, таких як автоматичні прилади, комп'ютерні системи та роботизовані механізми, для виконання завдань, які раніше виконувалися вручну [1–9].

Основні аспекти автоматизації технологічних процесів:

- Підвищення продуктивності: Автоматизація дозволяє значно збільшити продуктивність за рахунок безперервної роботи обладнання, що не потребує перерв на відпочинок.
- Поліпшення якості продукції: Автоматичні системи забезпечують стабільність і точність виконання технологічних операцій, що зменшує ймовірність браку.
- Зниження витрат: Використання автоматизованих систем дозволяє зменшити витрати на заробітну плату, а також знизити витрати на ремонт і обслуговування обладнання через менш інтенсивне його використання.
- Безпека: Автоматизація може знизити ризик виробничих травм, замінюючи людину в небезпечних для життя і здоров'я умовах.
- Гнучкість: Сучасні автоматизовані системи легко піддаються перепрограмуванню і переналаштуванню, що дозволяє швидко адаптувати виробництво до змін в попиті та нових технологічних вимог.

Основні етапи автоматизації:

- Дослідження та аналіз: Визначення процесів, які можуть бути автоматизовані, та оцінка економічної доцільності автоматизації.
- Проектування системи: Розробка технічного завдання, вибір обладнання та програмного забезпечення.
- Впровадження: Монтаж і налаштування обладнання, інтеграція з існуючими виробничими системами.

- Тестування та налагодження: Перевірка роботи автоматизованої системи, виявлення і усунення можливих несправностей.

- Експлуатація та обслуговування: Постійний моніторинг роботи системи, проведення профілактичного обслуговування та оновлення програмного забезпечення.

Сфери застосування автоматизації:

- Важка промисловість: Автоматизація металургійних процесів, виробництва машин та обладнання.

- Харчова промисловість: Автоматизація пакування, переробки продуктів.

- Хімічна промисловість: Контроль та управління хімічними реакціями.

- Електронна промисловість: Виробництво мікросхем та електронних компонентів.

- Сільське господарство: Автоматизація процесів вирощування та збирання врожаю.

Перспективи розвитку:

- Інтернет речей (IoT): Підключення виробничих машин до мережі для збирання та аналізу даних у режимі реального часу.

- Штучний інтелект (AI): Використання AI для оптимізації виробничих процесів та передбачення можливих несправностей.

- Робототехніка: Розробка нових роботизованих систем, здатних виконувати складні та небезпечні для людини операції.

- Віртуальна та доповнена реальність: Використання VR та AR для навчання персоналу та проектування виробничих процесів.

- Автоматизація технологічних процесів є ключовим напрямком розвитку сучасного виробництва, що дозволяє підвищити ефективність, знизити витрати та покращити якість продукції.

Лабораторні стенди є важливим інструментом у сфері освіти, наукових досліджень і промислових застосувань. Вони дозволяють студентам,

дослідникам та інженерам випробовувати та вивчати теоретичні концепції, а також застосовувати їх на практиці [9–17]. Розробка лабораторних стендів має декілька ключових аспектів актуальності:

1. Освіта і навчання

Лабораторні стенди є невід'ємною частиною технічної освіти, зокрема у галузі автоматизації, електроніки, мехатроніки та інших інженерних спеціальностей. Вони дозволяють студентам:

- Зрозуміти і закріпити теоретичні знання через практичні заняття.
- Розвивати навички роботи з сучасним обладнанням та програмним забезпеченням.
- Проводити експерименти та дослідження в умовах, наближених до реальних виробничих процесів.

2. Наукові дослідження

Лабораторні стенди забезпечують платформу для проведення наукових досліджень та експериментів, що сприяє:

- Розробці та тестуванню нових технологій та інноваційних рішень.
- Моделюванню і вивченню складних систем і процесів, які неможливо або небезпечно вивчати в реальних умовах.
- Оцінці ефективності та оптимізації існуючих технологічних процесів.

3. Промислові застосування

Для промислових підприємств лабораторні стенди мають важливе значення, оскільки вони дозволяють:

- Тестувати нове обладнання та технології перед їх впровадженням у виробництво.
- Проводити навчання персоналу без ризику для основного виробничого процесу.
- Розробляти та перевіряти нові методи автоматизації та оптимізації виробничих процесів.

4. Інтеграція сучасних технологій

Сучасні лабораторні стенди можуть включати інтеграцію з новітніми технологіями, такими як:

- Інтернет речей (IoT): Забезпечує можливість дистанційного моніторингу та керування експериментами.
- Штучний інтелект (AI): Дозволяє автоматизувати аналіз даних і виявляти закономірності, що можуть бути неочевидними для людини.
- Віртуальна та доповнена реальність (VR/AR): Створює можливість для проведення віртуальних експериментів і навчання в інтерактивному середовищі.

5. Підвищення конкурентоспроможності

Наявність сучасних лабораторних стендів підвищує рівень підготовки спеціалістів, що в свою чергу:

- Збільшує конкурентоспроможність випускників на ринку праці.
- Підвищує інноваційний потенціал підприємств.
- Сприяє розвитку науки і техніки в цілому.

Розробка лабораторних стендів є важливою і актуальною задачею, яка має значний вплив на освіту, науку і промисловість. Вона сприяє покращенню якості навчання, стимулює наукові дослідження, забезпечує впровадження новітніх технологій і підвищує конкурентоспроможність на ринку праці. Тому інвестиції в розвиток та модернізацію лабораторних стендів є стратегічно важливими для розвитку сучасного суспільства.

Метою роботи є підвищення якості навчального процесу з освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації» за рахунок розробки лабораторного стенду для імітації роботи автоматизованої системи підігріву води.

Об'єктом дослідження є процес розробки лабораторного стенду для навчання з дисципліни «Автоматизація технологічних процесів», «Автоматизовані системи керування», «Основи автоматизації», а також з метою проведення профорієнтаційних заходів на кафедрі комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів.

Предметом дослідження є лабораторний стенд, побудований на основі напівтурбованої газової колонки ARISTON.

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі: розрахувати та обрати обладнання автоматизації; вибрати економічно-доцільну систему керування; розробити структурну схему системи автоматизації обрати її основні елементи; розробити функціональну схему системи автоматизації; розробити спрощену принципову схему системи автоматизації і вивчити питання безпечних умов праці для обслуговуючого персоналу.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про напівтурбований протічний водонагрівач ARISTON Marco Polo M2 10L FF

У бакалаврській дипломній роботі розглянемо напівтурбований протічний газовий водонагрівач ARISTON марки Ariston Marco Polo M2 10L FF. Він працює на природньому газі (метан) і призначений для підігріву 10л води за 1хв. Властивість напів-турбованості вказує на те, що викид продуктів згоряння газу відбувається примусово вентилятором, а забір повітря виконується з середини приміщення.

Зовнішній вигляд та габаритні розміри проточного нагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF подано на рис. 1.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри проточного нагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Ariston Marco Polo M2 10L FF полутурбо – стильна та надійна проточна модель з високим ККД (88%) і повним набором корисних опцій. Водонагрівач вирізняється високою ефективністю, безпекою та зручністю у користуванні [18–20].

Основні характеристики:

1. Проточний водонагрівач здатний забезпечити до 10 літрів гарячої води на хвилину.
2. Підігрів води здійснюється миттєво при відкритті крана.
3. Настінний монтаж, що забезпечує компактність та економію простору.
4. Закрита камера згоряння, що підвищує безпеку експлуатації.
5. Модель оснащена примусовою тягою (вентилятором), що забезпечує ефективне видалення продуктів згоряння.
6. П'єзоелектричне запалювання забезпечує легкий запуск без необхідності використання відкритого полум'я.
7. Автоматичне вимкнення при відсутності полум'я.
8. Наявний захист від перегріву.
9. Контроль наявності тяги.
10. Високий ККД (коефіцієнт корисної дії), що дозволяє економити на витратах газу.
11. Низький рівень викидів шкідливих речовин.
12. Номінальна теплова потужність: 17.4 кВт.
13. Максимальна температура нагріву води: 65°C.
14. Газовий тиск: 13 мбар (для природного газу).
15. Споживання газу: 2 м³/год.
16. Живлення: 220 В / 50 Гц.
17. Габарити (ВхШхГ): 580 x 350 x 200 мм.
18. Вага: 10.5 кг.

Переваги Ariston Marco Polo M2 10L FF:

1. Зручність в експлуатації:

2. Простий та інтуїтивний контроль температури води.
3. Невеликий розмір і вага полегшують монтаж.
4. Високий рівень безпеки:
5. Багаторівнева система захисту забезпечує безпечну експлуатацію.
6. Ефективність та економічність. Миттєвий нагрів води дозволяє економити час і енергію. Високий ККД сприяє економії газу.

Основні технічні характеристики Ariston Marco Polo M2 10L FF напівтурбо зведемо до табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики Ariston Marco Polo M2 10L FF

Характеристики газової колонки	Ariston Marco Polo M2 10L FF напівтурбо
Продуктивність, л/хв	10
Потужність, кВт	18
Тип запалювання	Електророзпал
Регулятор потужності	З модуляцією полум'я
За типом відведення газів	Напівтурбо
Тип камери згоряння	Закрита
Тип димоходу	Коаксіальний / Однопотоковий
Робота газової колонки	Напіваавтоматична
Регулювання температури	Автоматичне регулювання
Країна виробник	Китай
Додатково	Ariston Marco Polo M2 10L FF напівтурбо
Потужність вентилятора/турбіни, Вт	7
Ширина, мм	320
Висота, мм	520
Глибина, мм	130
Вага, кг	11.5
Колір	Білий

1.2 Особливості протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Переваги Ariston Marco Polo M2 10L FF NG з поміж інших подібних нагрівачів:

1. Висока потужність, швидкий нагрів. Теплова потужність склала 20 кВт. Цього достатньо, щоб гріти воду зі швидкістю 10 літрів за хвилину. Ступенева регулювання потужності дозволяє виставити оптимальний режим нагріву.

2. Зручне управління. На невеликий, але інформативний РК-дисплей виводиться вся актуальна інформація станом системи і налагодженому режимі. Для зміни параметрів поруч з екраном розташувалися зручні кнопки з підказками – навіть без інструкції легко розібратися.

3. Компактні форми, стильний зовнішній вигляд. Розмір 32 x 52, 3x13 см (ШхВхГ) – стільки місця доведеться виділити на стіні в приміщенні, щоб розташувати Ariston Marco Polo M2 10L FF NG. Корпус виконаний в білому кольорі, це дозволяє гармонійно поєднувати його іншими предметами інтер'єру, або взагалі зробити практично непомітним, адже і працює модель гранично тихо.

4. Ariston Marco Polo M2 10L FF NG працює на природному або зрідженому газі і є полутурбированной моделлю. Це означає, що камера згоряння відкрита, а продукти горіння примусово виводяться через коаксіальну трубу, розташовану горизонтально у верхній частині корпусу. Від турбо-моделей полутурбированная Marco Polo M2 10L FF NG відрізняється ще й тим, що для своєї роботи вона бере повітря прямо з приміщення, а не ззовні.

5. У Marco Polo M2 10L FF NG є регулятор температури води, але навіть якщо він трохи більше 0,4 бар, модель продовжує справно гріти воду. Так само легко вона справляється і з низьким тиском газу – допускається мінімум 8,6 мбар.

6. Система безпеки. Для швидкого виявлення будь-яких помилок в роботі виробник поставив сюди механізм самодіагностики. Якщо температура в приміщенні падає нижче 0 градусів, система автоматично вимикає підігрів, щоб захистити пристрій від замерзання. Також в моделі є подвійний захист від перегріву, захист від зворотної тяги, вимикання подачі газу при відсутності полум'я в пальнику.

7. Обробка поверхні водонагрівача високотехнологічними матеріалами надає йому естетичний зовнішній вигляд. Водонагрівач гармонує з інтер'єром будь-якої сучасної кухні і забезпечує економію простору, завдяки компактним конструкціям і невеликим розмірам.

8. Простота експлуатації. Для початку експлуатації водонагрівача необхідно лише підключити живлення, натиснути кнопку включення і відкрити кран гарячої води. Водонагрівач розпочне нагрівати воду. Завдяки автоматизації, процес досить простий.

9. Згорання в 3 секціях горілки. Користувач може регулювати витрату води і згорання газу в 3 секціях газової горілки. Таким чином, водонагрівач відповідає вимогам широкого діапазону регулювання температури в залежності від пори року.

10. Наявний фільтр води. Для запобігання попадання у водонагрівач механічних частинок (піску, окалин і т.д.), на вході холодної води встановлюється знімний фільтр, що забезпечує його нормальну роботу.

11. Можливість запуску при пониженій температурі води. Водонагрівач може використовуватися в місцевості з низьким тиском води і у висотних будівлях. Він оснащений магнітним сенсором витрат води. Якщо при запуску обладнання мінімальна витрата води становить 3 л/хв, сенсор вмикає пускач режиму зниженої температури.

12. Наявність пристрій розпалу. Конструкція пристрою розпалу гарантує успішний розпал водонагрівача і низький рівень шуму.

13. Захист від відключення електроживлення або падіння напруги. При падінні напруги або раптовому зникненні живлення водонагрівач продовжує працювати в нормальному режимі або безпечно вимикається.

14. Безпечна експлуатація. Водонагрівач оснащений наступними системами захисту:

- автоматичний захист від відриву полум'я: водонагрівач автоматично перекриває подачу газу, якщо при роботі відбувається відрив (погасання) полум'я. Це дозволяє уникнути витоків і забезпечити безпеку газу, надійність і роботу;

- захист від надмірно тривалого використання: подача газу автоматично перекривається, і горілка гасне через кожні 30 ± 3 хвилини безперервного використання. Якщо потрібно використовувати водонагрівач більш тривалий час, слід закрити кран гарячої води і відкрити його через секунду. Відбудеться повторний розпал і обнулення таймеру безперервної роботи;

- система примусової подачі повітря: вентилятор змінного потоку забезпечує повне видалення димових газів і безпечну експлуатацію водонагрівача;

- Додаткові засоби захисту: захист від перегріву, підвищений тиск води, замерзання, зупинка вентилятора, безводний нагрів і блокування димовідводу.

1.3 Будова протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF.

Газовий водонагрівач Ariston Marco Polo M2 10L FF складається з кількох основних компонентів, які забезпечують його ефективну та безпечну роботу. На рисунку 1.2 подано будову водонагрівача.

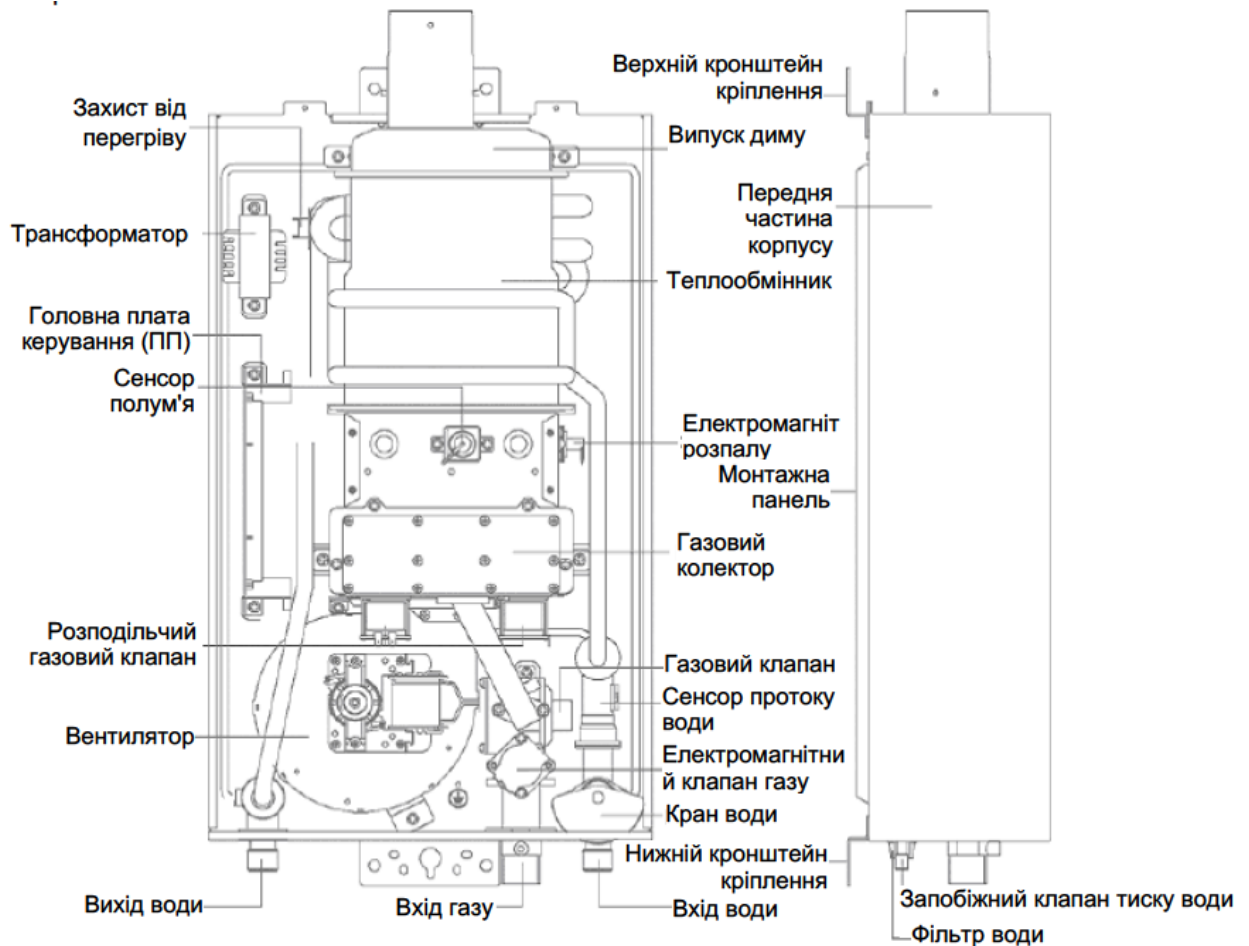


Рисунок 1.2 – Будова нагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Нижче наведено основні елементи конструкції та їх функції.

Основні компоненти:

1. Корпус: захищає внутрішні компоненти від пошкоджень та забезпечує естетичний вигляд приладу. Виконаний з матеріалів, стійких до корозії.
2. Газовий пальник: відповідає за згорання газу і нагрівання теплообмінника. Має форсунки для подачі газу.
3. Теплообмінник:
 - Виготовлений з міді або іншого теплопровідного матеріалу.
 - Вода проходить через теплообмінник, де нагрівається за рахунок тепла від згорання газу.
4. Закрита камера згорання:

- Зовнішнє повітря всмоктується для згоряння, а продукти згоряння виводяться через коаксіальний димохід.

- Підвищує безпеку, запобігаючи контакту з відкритим полум'ям.

5. Примусовий вентилятор:

- Забезпечує видалення продуктів згоряння через димохід.

- Створює примусову тягу, покращуючи ефективність згоряння.

- Електронна система керування:

- Контролює запалювання, температуру та безпеку роботи приладу.

- Забезпечує п'єзоелектричне запалювання.

6. Система безпеки:

- Датчик перегріву: автоматично вимикає прилад у випадку перегріву.

- Датчик тяги: перевіряє наявність тяги у димоході, вимикає прилад при її відсутності.

- Датчик полум'я: контролює наявність полум'я, припиняє подачу газу при його згасанні.

7. Панель керування:

- Містить регулятори температури та індикатори стану роботи приладу.

- Зазвичай розташована на передній частині корпусу.

8. Водяний клапан:

- Контролює потік води через теплообмінник.

- Відкривається при відкритті крана гарячої води.

9. Датчик потоку води:

- Визначає наявність і потік води через прилад.

- Запускає нагрівання лише при виявленні потоку води.

Панель керування водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF зображена на рисунку 1.3.

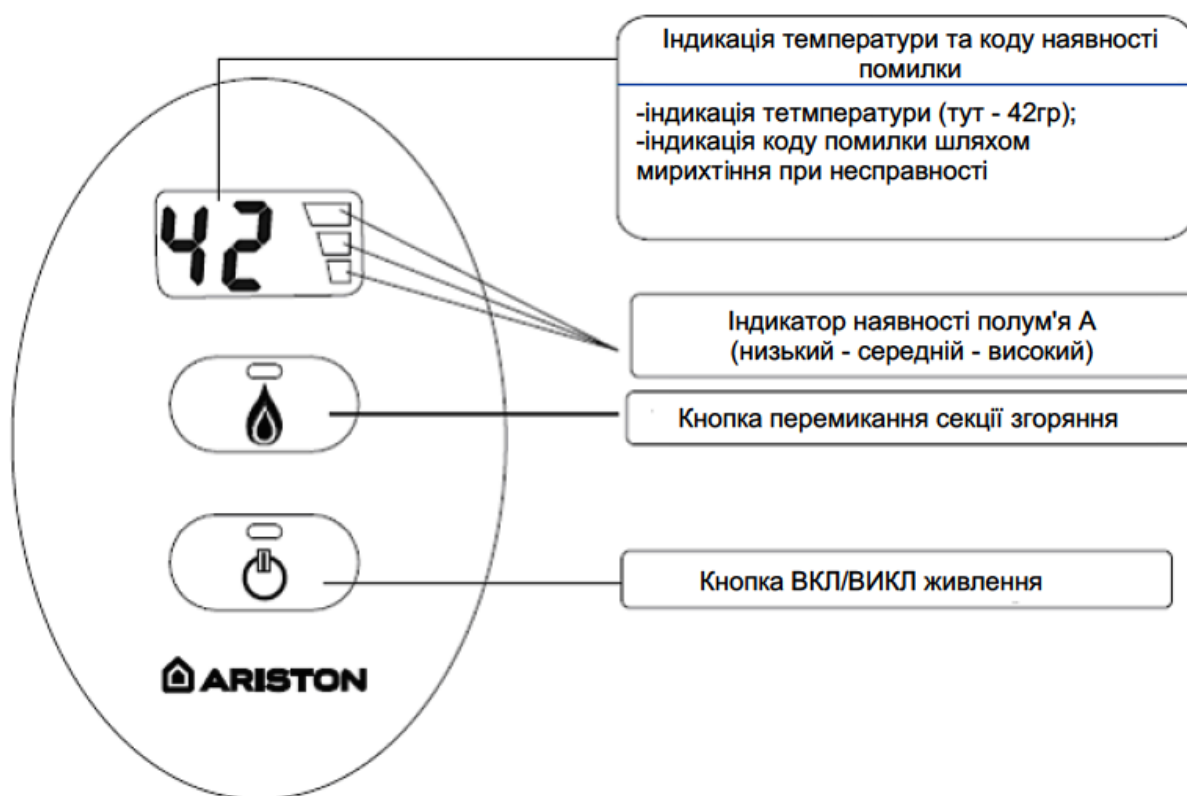


Рисунок 1.3 – Панель керування водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Панель керування має індикатор секції горіння, який вказує на інтенсивність подачі газу і відповідно інтенсивність нагрівання води. Кількість працюючих секцій відповідає кількості запалених індикаторів.

Для споживача доступні лише дві кнопки керування. Кнопкою «ВКЛ/ВИКЛ» вмикається чи вимикається живлення на плату керування і, відповідно робота всього нагрівача. Кнопкою перемикання секцій фактично задається температура нагріву води.

1.4 Принцип роботи проточного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Для кращого розуміння принципу роботи водонагрівача зобразимо його будову з цифровою нумерацією його основних елементів. Розглянемо рисунок 1.4.

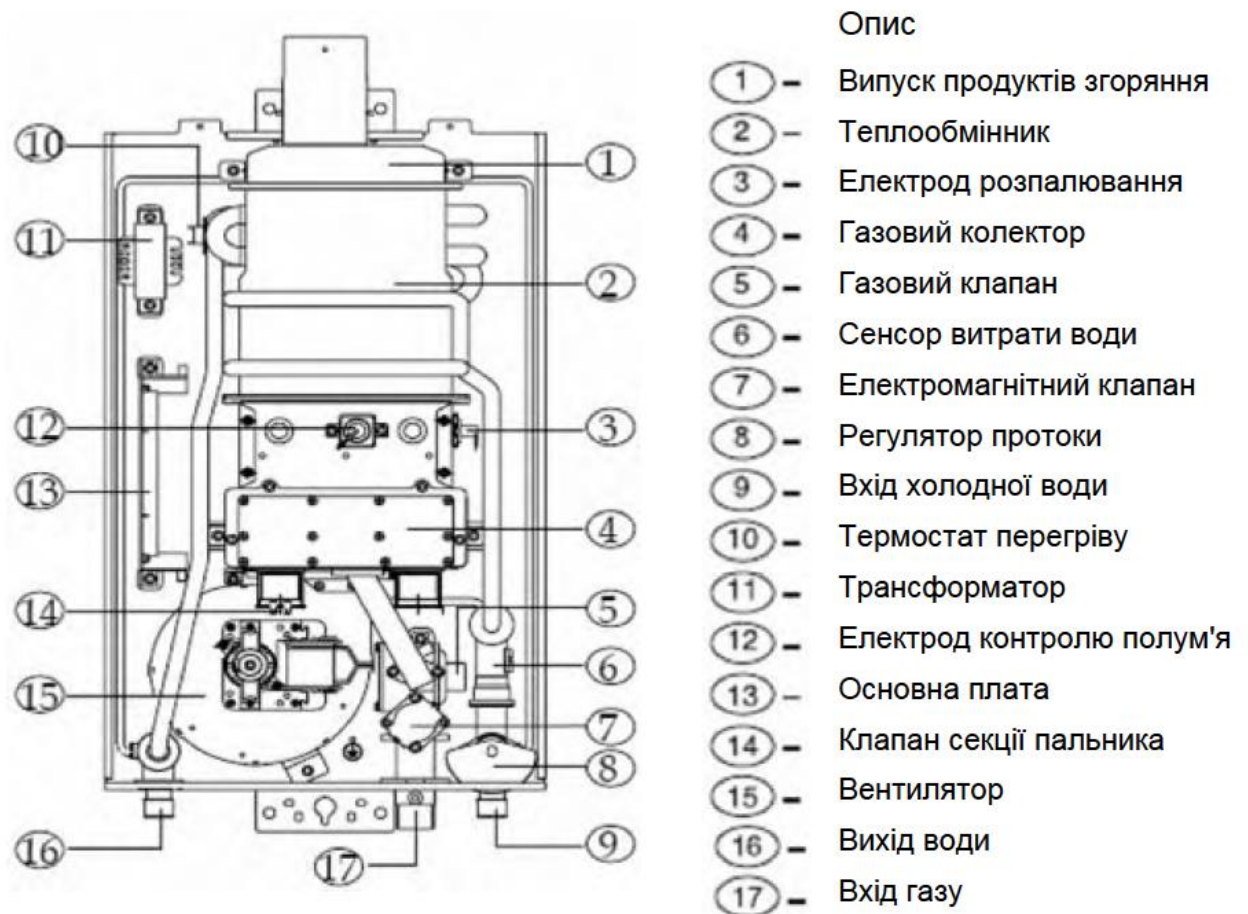


Рисунок 1.4 – Принцип роботи водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Коли відкривається кран гарячої води, вода починає текти через водяний клапан і датчик потоку.

Електронна система керування отримує сигнал від датчика потоку і запускає процес запалювання газового пальника.

Газовий пальник розпалюється за допомогою п'єзоелектричного запалювання.

Тепло, що виділяється при згорянні газу, передається воді через теплообмінник.

Гаряча вода виходить з теплообмінника і подається до крана.

Продукти згорання видаляються через димохід за допомогою примусового вентилятора.

Система безпеки постійно контролює процес роботи, забезпечуючи безпечне функціонування приладу.

Схема підключення плати керування зображена на рисунку 1.5.

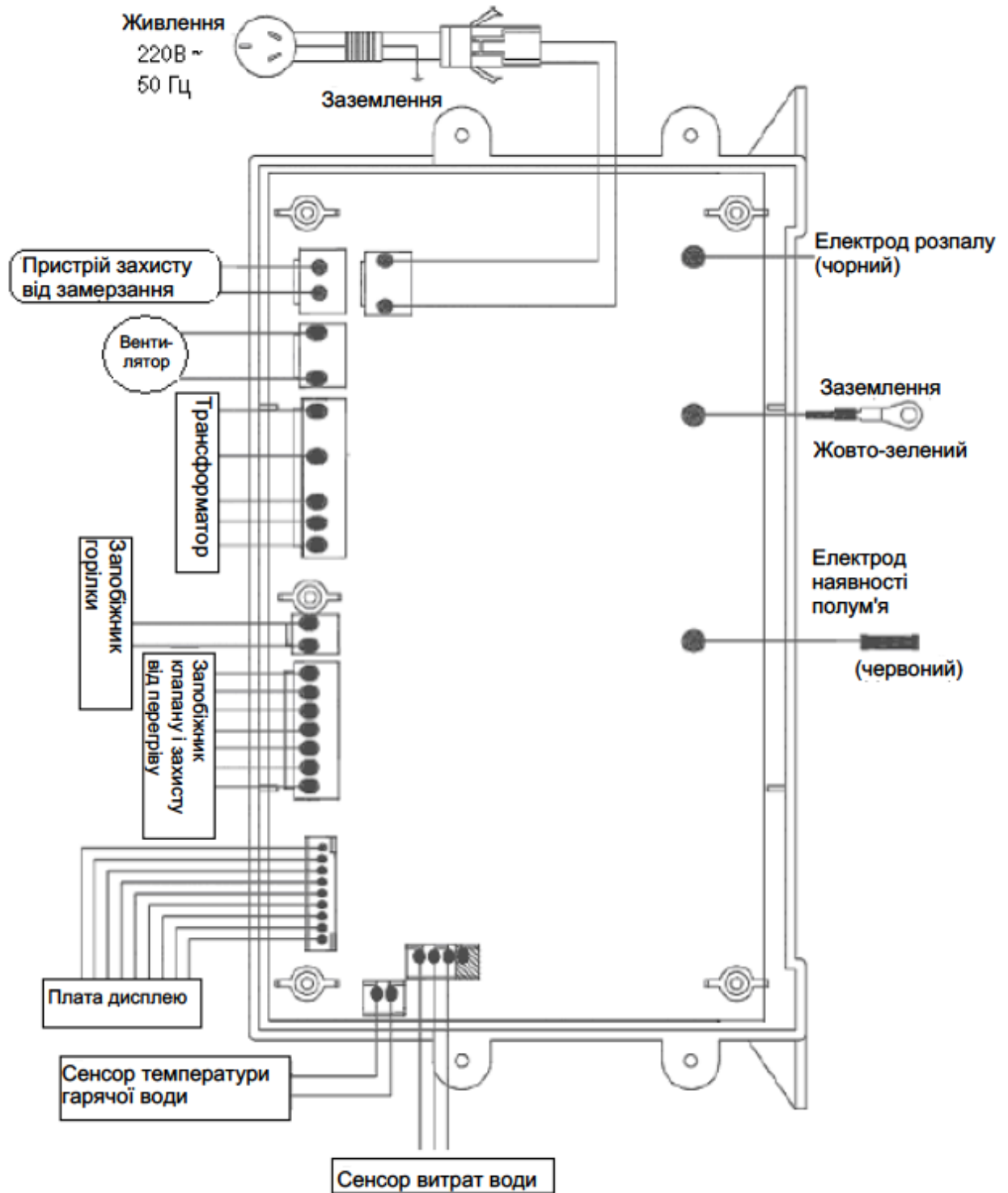


Рисунок 1.5 – Схема підключення плати керування водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Плата керування живиться від мережі 220В 50Гц. Все живлення виконавчих органів водонагрівача окрім вентиляторів димовидалення забезпечується низьковольтною напругою 5-24В постійного струму. Тому поряд з платою керування встановлено понижуючий трансформатор напруги 220/24В.

До плати керування приєднуються дисплей з кнопками керування, вентилятор і всі сенсори водонагрівача. Приєднання виконується специфічними роз'ємами для того, щоб не переплутати полярність і не приєднати пристрої до інших виходів плати.

Назвемо всі вхідні та вихідні сигнали водонагрівача і вид сигналу. Подамо це у формі таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Вхідні та вихідні сигнали плати керування водонагрівача Ariston Marco Polo M2 10L FF

№	Елемент водонагрівача	Характеристика сигналу
Входи		
1	Живлення	3х2,5мм ² , 220В, 50Гц
2	Вказівник температури	(шлейф до панелі керування)
3	Сенсор витрат води	3р DC5V
4	Сенсор температури гарячої води на виході з теплообмінника	2р DC5V
5	Сенсор наявності полум'я	2р DC3V
6	Сенсор температури води в теплообміннику	2р DC5V
7	Сенсор перегріву пальника (наявності тяги)	2р DC3V
8	Сенсор охолодження (замерзання) води в різних місцях трубопроводу (5шт, що з'єднані послідовно)	2р DC3V
Виходи		
1	Вентилятор нагнітання повітря і примусового димовидалення	3х1,5мм ² , 220В, 50Гц
2	Електромагнітний газовий клапан	2р DC24V
3	Газовий клапан	2р DC24V
4	Газовий клапан секції пальника	2р DC24V
5	Електрод розпалювання	2р DC24V

2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Розрахунок лабораторного стенда зводиться до розрахунку параметрів проточного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF. Серед головних параметрів водонагрівача, які впливають на його електричну частину, є наступні:

- загальна потужність та струм споживання електроенергії,
- потужність та струм основних споживачів (основним електричним споживачем проточного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF є нагнітаючий вентилятор/турбіна, яка опосередковано забезпечує функцію примусового димовидалення),
- потужність та струм сенсорів та пристроїв керування.

Зовнішній вигляд нагнітаючого вентилятора/турбіни зображено на рисунку 2.1.

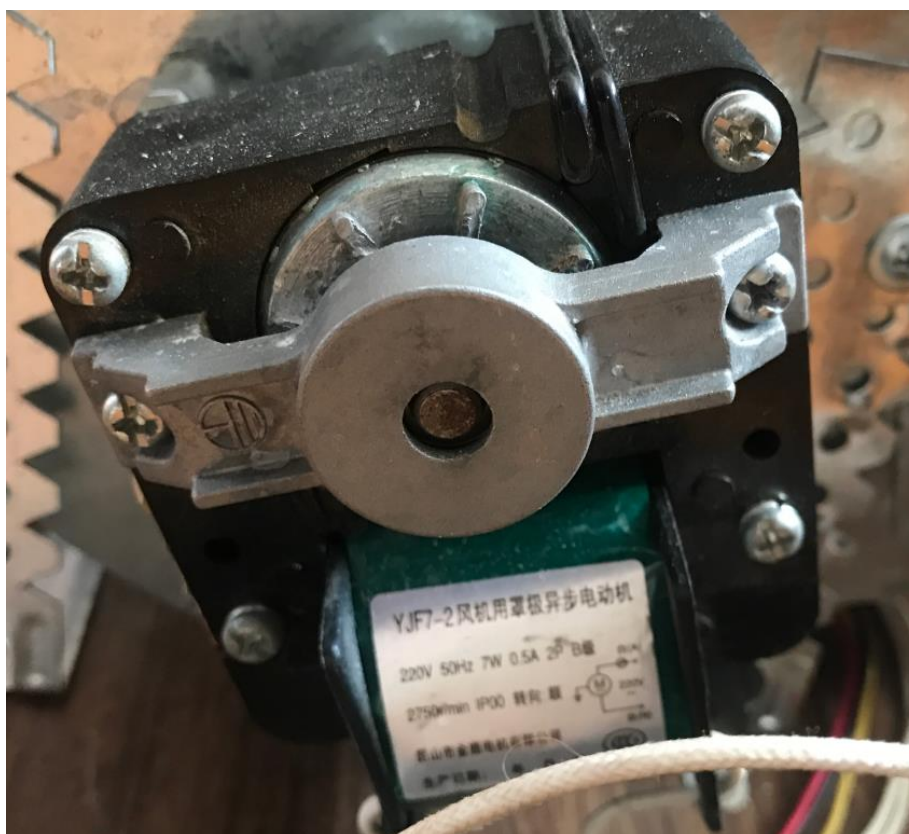


Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд турбіни YJF7-2

При відомому струмі двигуна турбіни знайдемо її потужність за формулою:

$$P_t = U_t \cdot I_t \cdot \cos \varphi_t, \quad (2.1)$$

де P_t – номінальна активна потужність вентилятора/турбіни, Вт;

U_t - фазна напруга турбіни ($U_t=220\text{В}$);

I_t - струм двигуна турбіни ($I_t=0,5\text{А}$);

$\cos \varphi_t$ - коефіцієнт потужності турбіни ($\cos \varphi_t=0,64$).

Отримаємо потужність:

$$P_t = 220 \cdot 0,5 \cdot 0,64 = 70,4 \text{ (Вт)}.$$

Повна потужність буде дорівнювати, ВА:

$$S_t = \frac{P_t}{\cos \varphi_t}, \quad (2.2)$$

$$S_t = \frac{70}{0,64} = 110 \text{ (ВА)}.$$

Паспортні дані вентилятора зведемо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Паспортні дані турбіни YJF7-2

Назва параметру, одиниця вимірювання	Значення
Потужність, Вт	70
Напруга живлення, В	220
Струм, А	0,5
Коефіцієнт потужності	0,64
Частота обертання, об/хв	2750

Зовнішній вигляд понижуючого трансформатора напруги зображено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд понижуючого трансформатора напруги E157 (TDB-21-B202)

При відомому струмі трансформатора знайдемо його потужність за формулою:

$$S_{tr} = U_t \cdot I_{tr}, \quad (2.3)$$

де S_{tr} – повна потужність понижуючого трансформатора напруги, ВА;

U_t - фазна напруга трансформатора ($U_t = 220V$);

I_{tr} - струм трансформатора ($I_{tr} = 0,9A$).

Отримаємо потужність:

$$S_{tr} = 220 \cdot 0,9 = 198 (ВА).$$

Паспортні дані понижуючого трансформатора напруги E157 (TDB-21-B202) зведемо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Паспортні дані понижуючого трансформатора напруги E157 (TDB-21-B202)

Назва параметру, одиниця вимірювання	Значення
Потужність, ВА	200
Напруга живлення, В	220
Струм, А	0,9
Напруга вторинної обмотки, В	24

Зовнішній вигляд сенсора протоку води зображено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд сенсора протоку води

Зовнішній вигляд сенсора температури гарячої води зображено на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд сенсора температури гарячої води

Зовнішній вигляд плати керування зображено на рисунку 2.5.

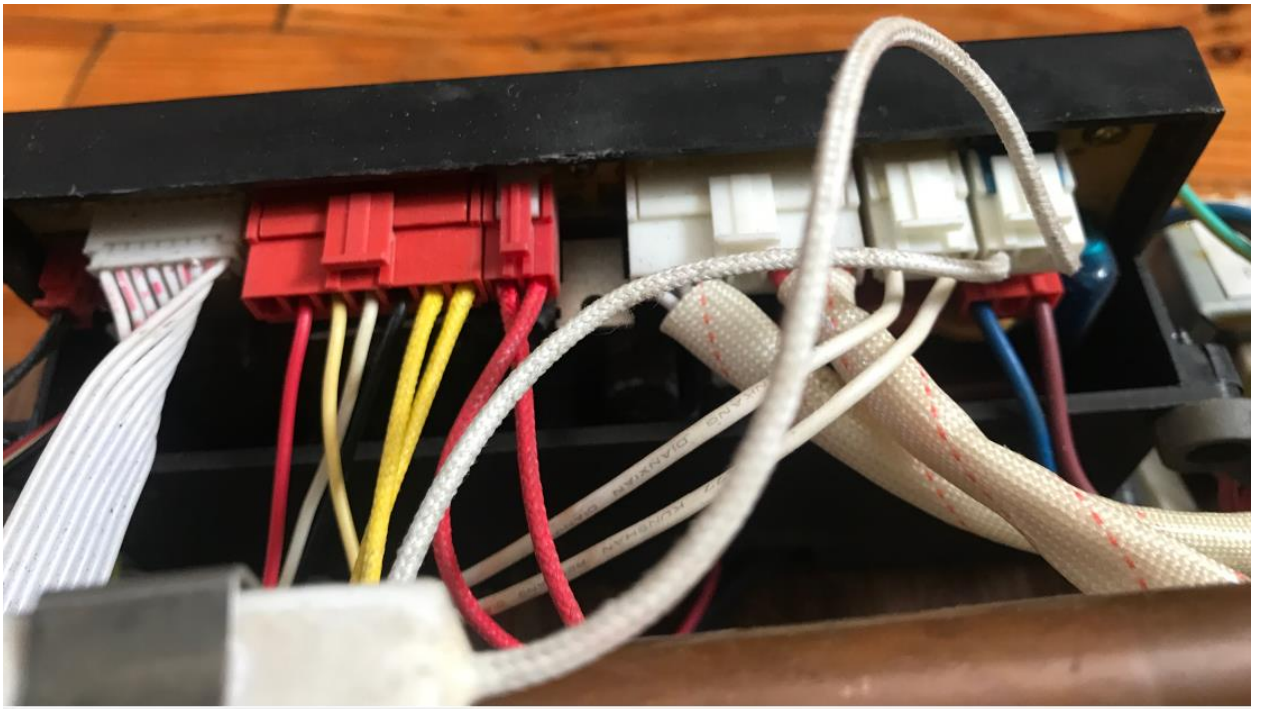


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд плати керування

Зовнішній вигляд панелі керування зображено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд панелі керування

Зовнішній вигляд сенсора контролю полум'я зображено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд сенсора контролю полум'я

Зовнішній вигляд електроду розпалу зображено на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд електрода розпалу

Зовнішній вигляд сенсора температури води зображено на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд сенсора температури води

Зовнішній вигляд термостату перегріву та системи сенсорів захисту від перегріву чи замерзання зображено на рисунках 2.10, 2.11 та 2.12 відповідно.



Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд термостату замерзання

Зовнішній вигляд стержневого сенсора низької температури води зображено на рисунку 2.13.



Рисунок 2.11 – Зовнішній вигляд стержневого сенсора низької температури води

Зовнішній вигляд сенсорів низької температури на окремих ділянках трубопроводу зображено на рисунку 2.12.

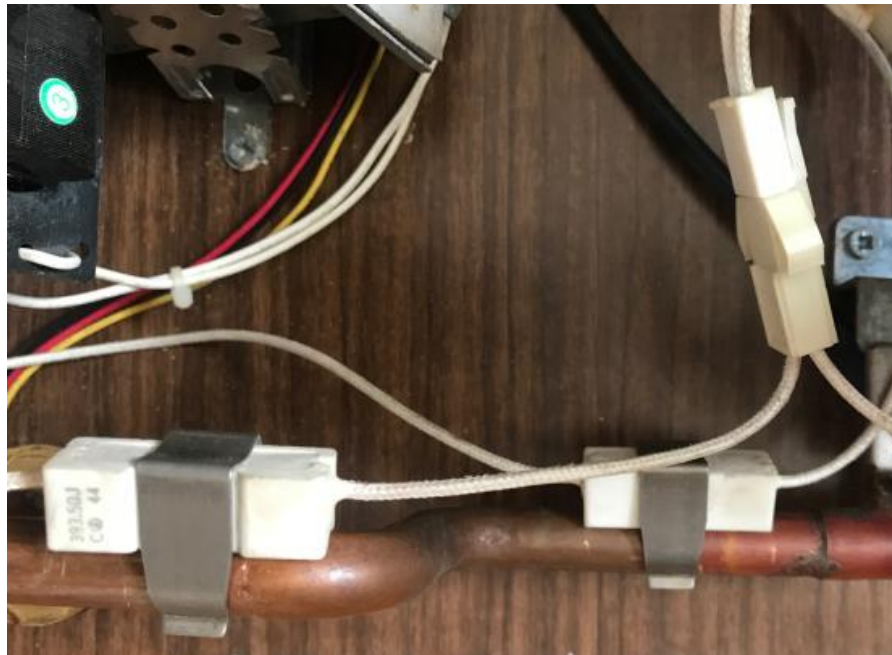


Рисунок 2.12 – Зовнішній вигляд сенсорів низької температури на окремих ділянках трубопроводу

Зовнішній вигляд системи протизамерзання у зібраному вигляді зображено на рисунку 2.13.

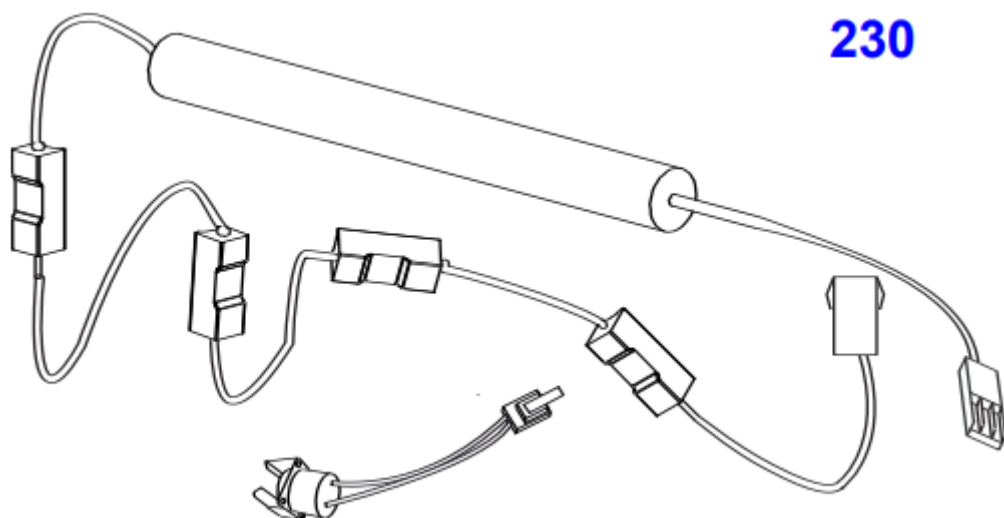


Рисунок 2.13 – Зовнішній вигляд системи протизамерзання у зібраному вигляді

Зовнішній вигляд ввідного електромагнітного клапану газу зображено на рисунку 2.14.

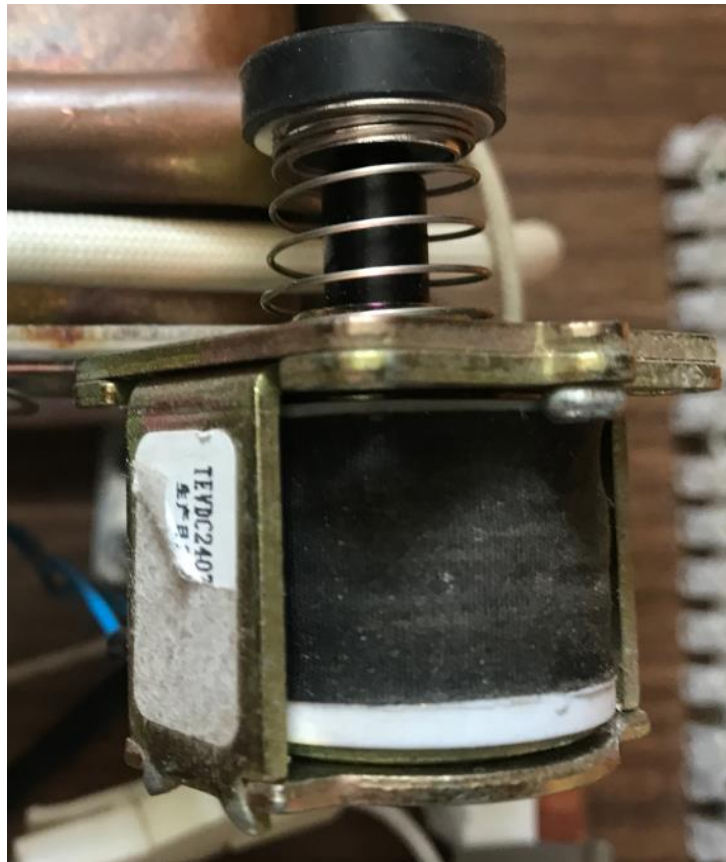


Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд ввідного електромагнітного клапану газу

Зовнішній вигляд клапану газу горілки та клапану третього ступеню розігріву зображено на рисунку 2.15.



Рисунок 2.15 – Зовнішній вигляд клапану газу та клапану третього ступеню розігріву

Параметри клапанів газу ввідного та на горілці ідентичні.

Паспортні дані електромагнітного клапану газу TEVDC24070 зведемо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Паспортні дані електромагнітного клапану газу TEVDC24070

Назва параметру, одиниця вимірювання	Значення
Рід струму живлення клапану	DC
Напруга живлення, В	24

Загальна потужність водонагрівача складається з потужності турбіни, яка живиться від мережі через реле і потужності плати керування, яка

живиться від понижуючого трансформатора. Формула для обчислення загальної потужності системи буде мати вигляд:

$$S = S_t + S_{tr}, \quad (2.4)$$

Отримаємо потужність:

$$S = 110 + 198 = 308 \text{ (ВА)}.$$

Отже, загальна потужність протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF буде становити 308 ВА. Якщо припустити коефіцієнт потужності споживання водонагрівача, рівним 1, то з врахуванням коефіцієнту запасу 1,1 можна отримати загальну розрахункову активну потужність:

$$P = k_z \cdot S \cdot \cos \phi_r, \quad (2.5)$$

де k_z - коефіцієнт запасу потужності системи (прийmemo $k_z = 1,1$);

$\cos \phi_r$ - розрахункове значення коефіцієнта потужності системи (прийmemo $\cos \phi_r = 1$).

Отримаємо потужність:

$$P = 1,1 \cdot 308 \cdot 1 = 338,8 \text{ (Вт)}.$$

Округлимо загальну потужність і для подальших розрахунків будемо керуватися цифрою $P = 0,34 \text{ кВт}$.

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Систему керування можна реалізувати на різних контролерах.

Розглянемо, для порівняння, такі системи системи автоматизації:

- 1) система керування на існуючій головній платі водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF. Це існуюча система системи керування;
- 2) система керування на контролері ARDUINO UNO;
- 3) система керування на промисловому контролері (наприклад LOGO SIEMENS).

Економічне обґрунтування вибору системи системи автоматизації виконаємо за методом приведених затрат.

З мережі інтернет знайдемо вартості контролерів та виконавчих органів і сенсорів водонагрівача. Результати зведемо до табл. 3.1.

Зображення вікна інтренет-оглядача з ціною протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF зображено на рисунку 3.1.

Зображення вікна інтренет-оглядача з ціною плати керування протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF зображено на рисунку 3.2.

Зображення вікна інтренет-оглядача з ціною комплекту ARDUINO UNO зображено на рисунку 3.3.

Зображення вікна інтренет-оглядача з ціною комплекту SIEMENS LOGO зображено на рисунку 3.4.

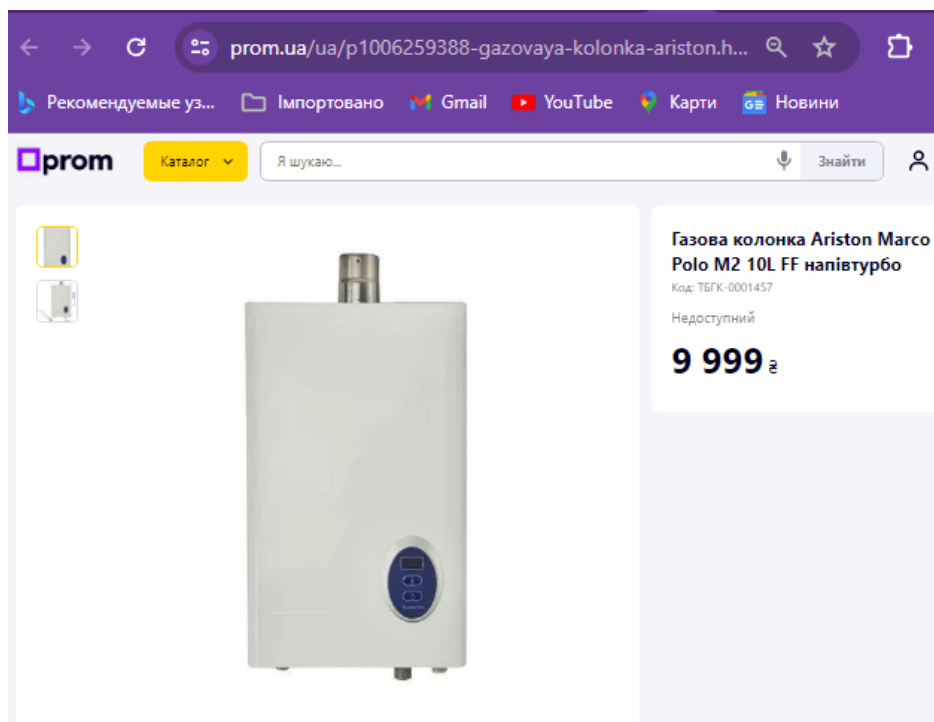


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд вікна інтернет-оглядача з ціною протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

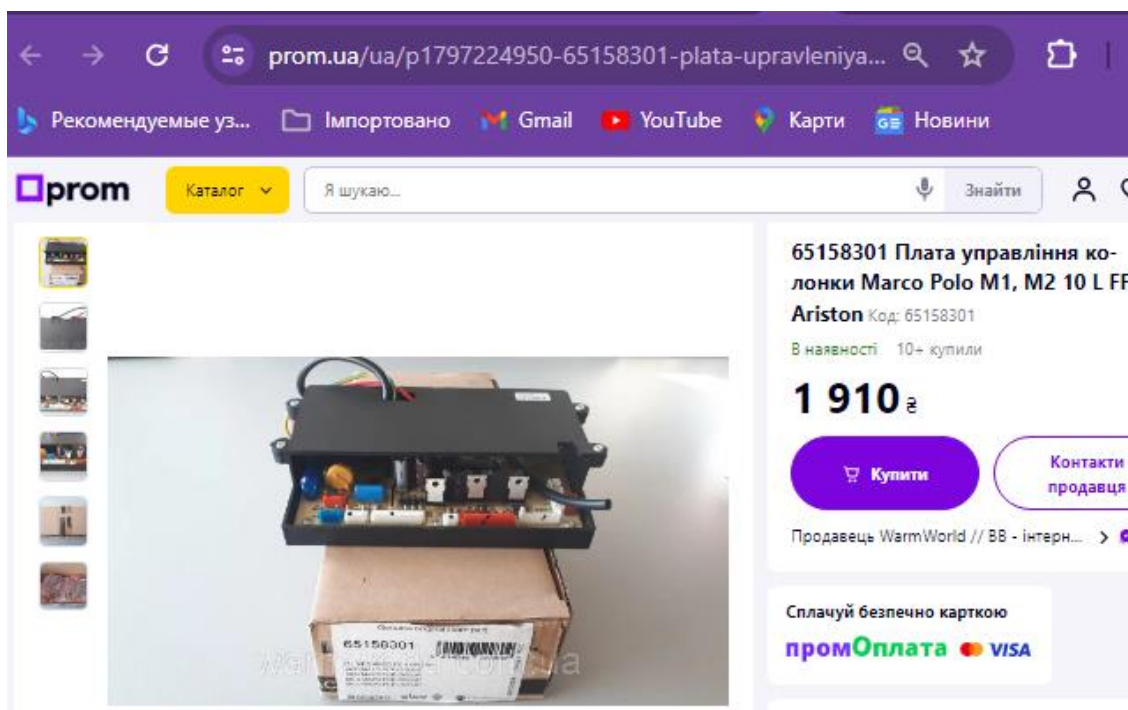


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд вікна інтернет-оглядача з ціною плати керування протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

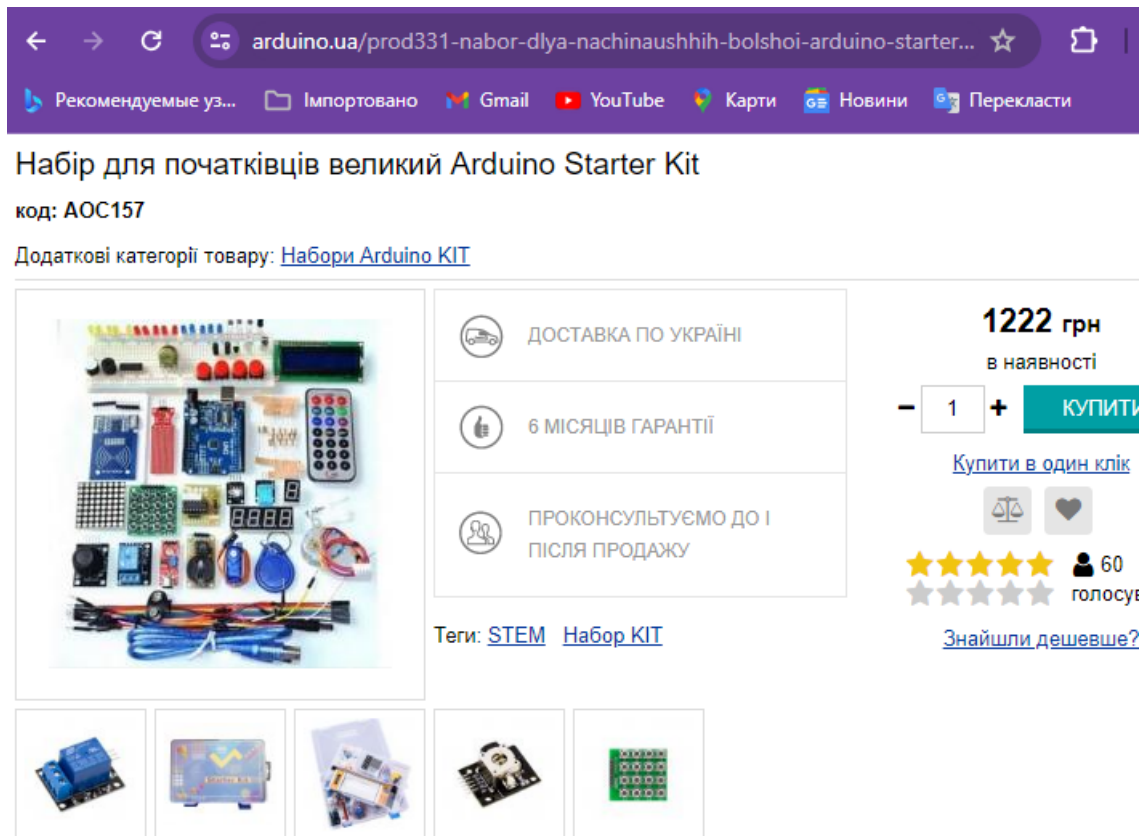


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд вікна інтернет-оглядача з ціною стартового набору ARDUINO UNO

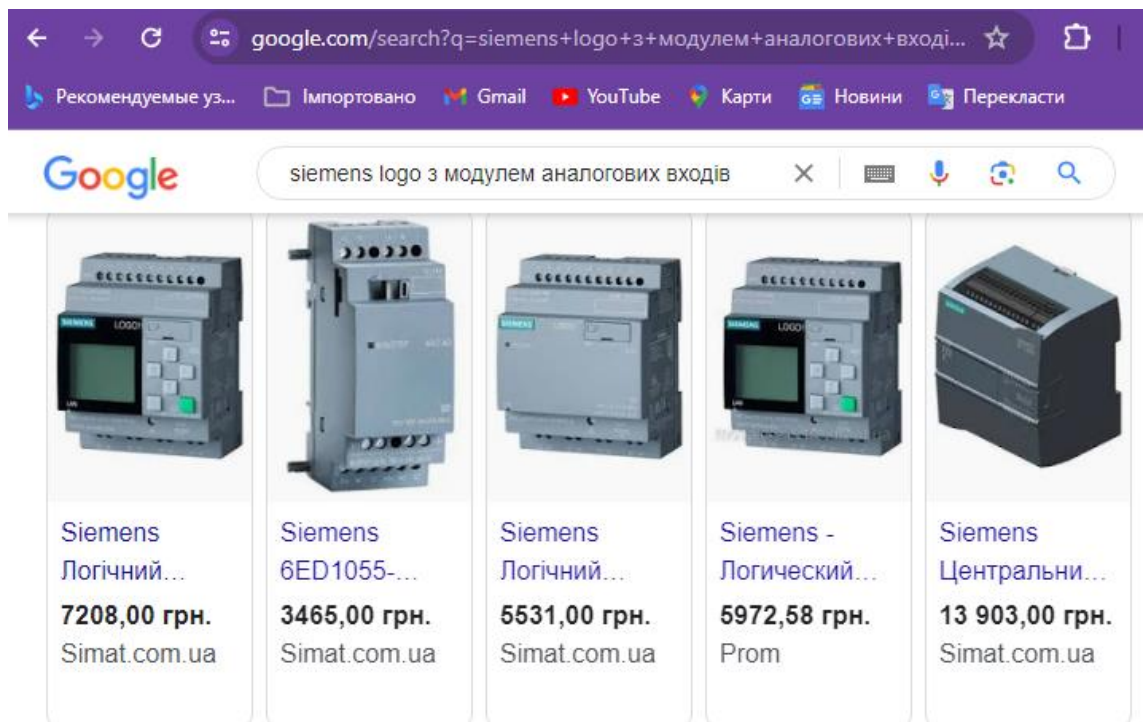


Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд вікна інтернет-оглядача з ціною SIEMENS LOGO

Для прикладу виконаємо розрахунок системи ARDUINO UNO.

Капітальні затрати

$$K = D + C, \quad (3.1)$$

де D – вартість додаткового обладнання (вартість всього обладнання водонагрівача без плати керування);

C – вартість системи керування.

Вартість додаткового обладнання можна знайти як різницю вартості водонагрівача і вартості нової плати керування:

$$D = 9999 - 1910 = 8089 (\text{грн}). \quad (3.2)$$

Вартість системи керування для обладнання ARDUINO становить:

$$C = 1222 (\text{грн}). \quad (3.3)$$

Таким чином, отримаємо

$$K = 9999 + 1222 = 9311 (\text{грн}).$$

Річні капітальні затрати:

$$K_p = 0,17 \cdot K, \quad (3.4)$$

$$K_p = 0,17 \cdot 9311 = 1583 (\text{грн./рік}).$$

Час роботи механізму за рік

$$t_{\text{рік}} = d \cdot t \cdot T_B, \quad (3.5)$$

де d – кількість робочих днів ($d = 365$);

t – кількість робочих годин в день ($t = 24$ год.);

TB – тривалість увімкнення механізму ($TB = 10\% = 0,1$ в. о.).

За рік отримаємо час роботи:

$$t_{\text{рік}} = 365 \cdot 24 \cdot 0,1 = 876 \text{ (год./рік)}.$$

Знайдемо затрати електричної енергії на виконання роботи електричним обладнанням при роботі зі встановленою потужністю протягом року

$$Z_{\text{вст}} = c \cdot P_{\text{вст}} \cdot t_{\text{рік}}, \quad (3.6)$$

де $P_{\text{вст}}$ – встановлена потужність з врахуванням того, що в роботі знаходиться

постійно лише один насос ($P_{\text{вст}} = 0,34$ кВт);

c – вартість електроенергії ($c = 4$ грн./кВт·год).

Отримаємо

$$Z_{\text{вст}} = 4 \cdot 0,34 \cdot 876 = 1191,36 \text{ (грн/рік)}.$$

Затрати на електроенергію електроприводом відрізняються від встановлених затрат на величину втрат енергії. Введемо показник економічної ефективності роботи системи. Найкращу ефективність роботи має система LOGO, прийmemo її рівною 99%. Меншу ефективність за логікою суджень буде мати готова плата керування, прийmemo її рівною 97%. Найгіршу ефективність роботу буде мати комплект ARDUINO, оскільки він призначений для навчальних цілей ознайомлення з лінійкою подібного обладнання і не є обладнанням промислової автоматизації. Приймемо ефективність роботи ARDUINO – 90%.

Затрати на електроенергію ARDUINO будуть дорівнювати:

$$Z_{\text{ел}} = \frac{Z_{\text{вст}}}{k_e}, \quad (3.7)$$

де k_e – коефіцієнт ефективності роботи ($k_e = 0,9$).

Отримаємо такі затрати на електроенергію:

$$Z_{\text{ел}} = \frac{1191,36}{0,9} = 1324 \text{ (грн./рік)}.$$

Затрати на амортизацію системи системи автоматизації:

$$\begin{aligned} Z_a &= 0,1K, \\ Z_a &= 0,1 \cdot 9311 = 931 \text{ (грн./рік)}. \end{aligned} \quad (3.8)$$

Затрати на ремонт обладнання можна наближено знайти за виразом

$$\begin{aligned} Z_p &= 0,02K, \\ Z_p &= 0,02 \cdot 9311 = 186 \text{ (грн./рік)}. \end{aligned} \quad (3.9)$$

Затрати на обслуговування можна наближено знайти за виразом

$$\begin{aligned} Z_o &= 0,05(Z_{\text{ел}} + Z_a + Z_p), \\ Z_o &= 0,05 \cdot (1324 + 931 + 186) = 122 \text{ (грн./рік)}. \end{aligned} \quad (3.10)$$

Приведені затрати на спорудження системи автоматизації

$$\begin{aligned} Z &= K_p + Z_{\text{ел}} + Z_a + Z_p + Z_o, \\ Z &= 9311 + 1324 + 931 + 186 + 122 = 4146 \text{ (грн./рік)}. \end{aligned} \quad (3.11)$$

Результати розрахунку інших систем системи автоматизації зведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Техніко-економічне співставлення систем автоматизації

	ARISTON Marco Polo M2 10L FF	ARDUINO UNO	SIEMENS LOGO
Вартість додаткового обладнання водонагрівача, грн.	8089	8089	8089
Вартість системи керування, грн.	1910	1222	5973
Капітальні затрати, грн.	9999	9311	14062
Річні кап. затрати, грн./рік	1700	1583	2391
Ефективність роботи системи, %	0,970	0,900	0,990
Затрати на електроен. грн./рік	1228	1324	1203
Затрати на амортиз., грн./рік	1000	931	1406
Затрати на ремонт, грн./рік	200	186	281
Затрати на обслугов., грн./рік	121	122	145
Приведені річні затрати, грн./рік	4249	4146	5426

За результатами розрахунку трьох запропонованих систем автоматизації, найкращою буде система ARDUINO.

4 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Функціональна схема системи автоматизації зображена на рисунку 4.1.

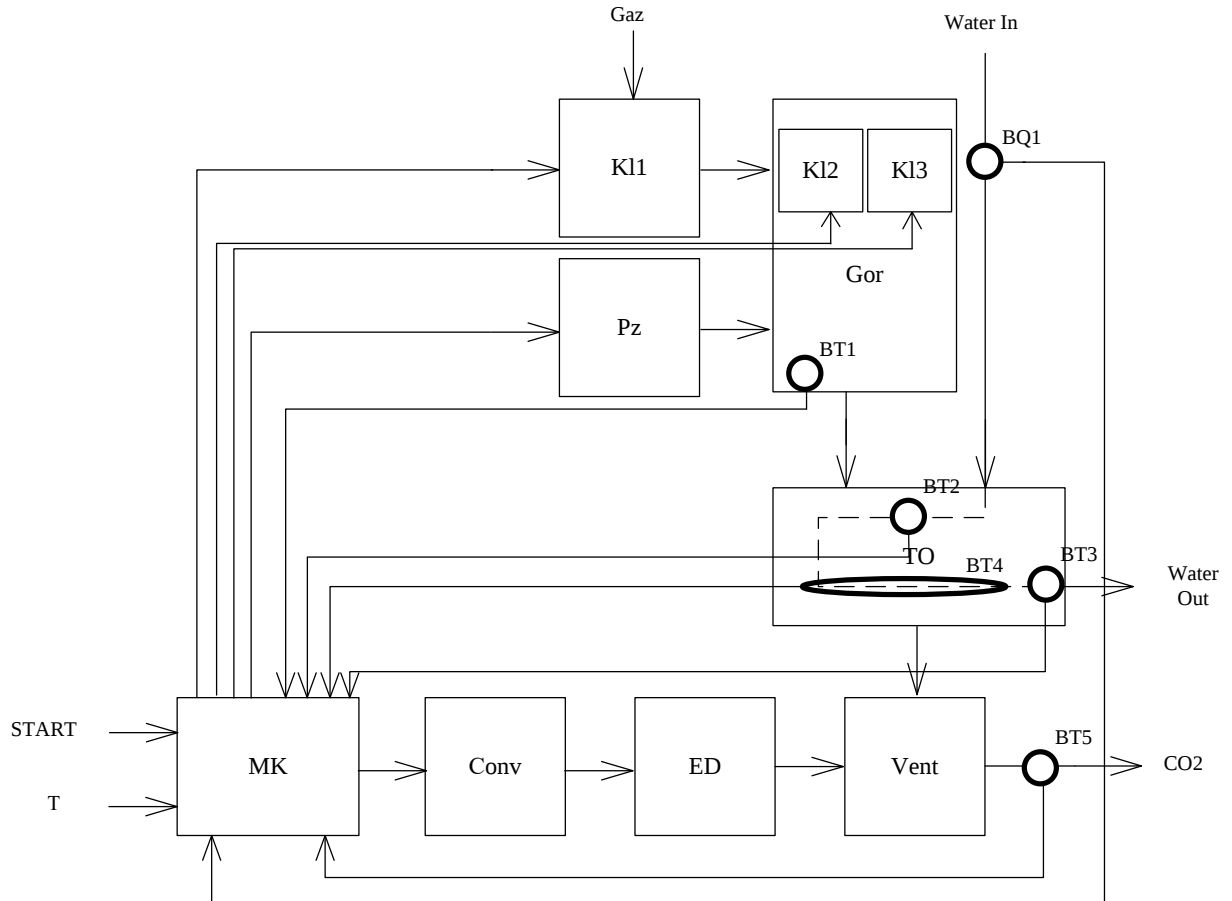


Рисунок 4.1 – Схема функціональних зв'язків системи автоматичної роботи протічного водонагрівача

На рис. 4.1 позначено: МК – мікроконтролер; CONV – перетворювач для живлення двигуна вентилятора; ED – електричний двигун; Vent – вентилятор/турбіна; TO – теплообмінник; Gor – горілка газова; Pz – пристрій п'єзозапалювача; Kl-1 – ввідний клапан подачі газу; Kl-2 – клапан подачі газу в горілку; Kl-3 – клапан подачі газу третьої секції розпалювання горілки; BQ1 – сенсор потоку (споживання) води; BT1 – сенсор наявності полум'я в горілці; BT2 – сенсор температури води всередині теплообмінника; BT3 – сенсор температури води на виході з теплообмінника; BT4 – сенсор

охолодження (замерзання) води в теплообміннику; BT5 – сенсор температури корпусу горілки (наявності тяги).

Система автоматизації процесі підігріву протічної води працює наступним чином:

1. При подачі сигналу живлення «START» виконується перевірка всіх сенсорів і самодіагностика плати керування. Після успішної перевірки система керування переходить в режим очікування і на дисплей плати керування виводиться значення температури води в теплообміннику. Вентилятор не працює, газ в горілку не подається.

2. При спрацюванні сенсора протоку BQ1 система керування подає сигнал на спрацювання клапану K11 і п'єзозапалювача Pz. Одночасно запускається вентилятор VENT. Якщо задано перше (мінімальне значення) температури T, то система буде далі продовжувати працювати поки не буде протікати вода і температури всіх сенсорів знаходитимуться у «нормі». Якщо задано друге (середнє) значення температури, то додатково спрацює клапан K12 і якщо третє (максимальне), то додатково спрацює клапан K13.

3. Зупинка роботи системи відбувається в одному або поєднанні кількох з наступних умов:

- подано команду зупинки роботи водонагрівача або зупинилося протікання води через сенсор BQ1 (закрили кран гарячої води),
- перестав надходити сигнал з сенсора наявності полум'я BT1 (має місце ефект здуття полум'я або проблеми з подачею газу в горілку),
- перегрів труб теплообмінника (спрацювання сенсора води BT2 всередині теплообмінника, така несправність має місце при закупорюванні труб з водою),
- перегрів корпусу теплообмінника (спрацювання сенсора BT5, що має місце при відсутності тяги продуктів згорання).

5 ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Серед основних елементів обігрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF, які будуть використовуватися в лабораторному стенді, розглянемо лише пристрій керування, який має виконувати функцію плати керування. Все інше обладнання, а саме сенсори та виконавчі механізми використовуються існуючі. Отже, у якості елемента лабораторного стенда, який буде підлягати заміні, використовується контролер ARDUINO UNO з периферійними модулями узгодження сигналів.

У лабораторному стенді використано китайський аналог ARDUINO UNO.

Зовнішній вигляд ARDUINO UNO зображено на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1 – Зовнішній вигляд ARDUINO UNO

Як USB-UART перехідник використовується мікросхема CH340, яка добре себе зарекомендувала та відрізняється хорошою стабільністю, високою швидкістю передачі даних, але для якої потрібна додаткова установка драйверів. Також контролер від попередників відрізняється додатковими контактами SDA і SCL (I2C інтерфейс) і виходами AREF - джерела опорної напруги для АЦП контролера і IOREF - виходом напруги живлення портів введення-виведення (для автоматичного перемикання напруги периферії при використанні 5В і 3.3В контролерів). В усьому іншому це все той же контролер Arduino UNO на базі мікроконтролера Atmega328p з масою прикладів програм, бібліотек і опису побудови готових конструкцій.

Arduino - це відкрита платформа з відкритим кодом програм і бібліотек, що перебувають у вільному доступі, яка дозволяє збирати різноманітні електронні пристрої. Плата Arduino UNO буде цікава дизайнерам, програмістам, креативним та допитливим людям, які бажають зібрати та запрограмувати свій пристрій або керовану конструкцію.

Для цієї платформи написана величезна кількість різних прикладних програм і бібліотек. Мабуть не залишилося датчиків, дисплеїв і виконавчих механізмів для яких не написана Arduino бібліотека або програма, в яких вони використовуються.

Для програмування використовується спрощена версія C++. Розробку ПЗ можна вести як з використанням безкоштовного середовища Arduino IDE, так і за допомогою довільного C/C++ інструментарію. Для програмування та передачі даних на ПК потрібен USB-кабель, а для автономної роботи можна використати блок живлення, батарейки чи акумулятор на 7-12 В роз'єм 5.5*2.1мм.

Паспортні дані ARDUINO UNO зведемо у таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Паспортні дані ARDUINO UNO

Назва параметру	Значення
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга контролера:	Вхід USB: 5В Вхід VCC: 5В Вхід Vin: 7,5В-12В
Цифрові входи/виходи	14 (6 з них ШІМ)
Аналогові входи	6
Флеш-пам'ять програм	32Кб
Оперативна пам'ять	2Кб
Тактова частота	16 МГц
Розмір	68 x 53 x 15 мм

Призначення виходів ARDUINO UNO зображено на рисунку 5.2.

Відомо, що контролери ARDUINO можуть виготовлятися різними виробниками. Різниця між італійськими та китайськими контролерами ARDUINO має місце. Оскільки Arduino - це проект з відкритим вихідним кодом, принципова схема та друковані плати до них є у вільному доступі, та будь-який бажаючий може виготовити клон плати, яка ні чим не відрізнятиметься від оригіналу (за умови, що були використані якісні комплектуючі). І, якщо самі мікроконтролери, у зв'язку зі складністю їх технологічного процесу, виробляються лише офіційно, то все інше (транзистори, регулятори напруги, пасивні елементи) можуть сильно відрізнятися за якістю, а сумнівні виробники, щоб здешевити обладнання, віддають перевагу ставити у ці пристрої найдешевші (а отже, далеко не завжди найякісніші) комплектуючі.

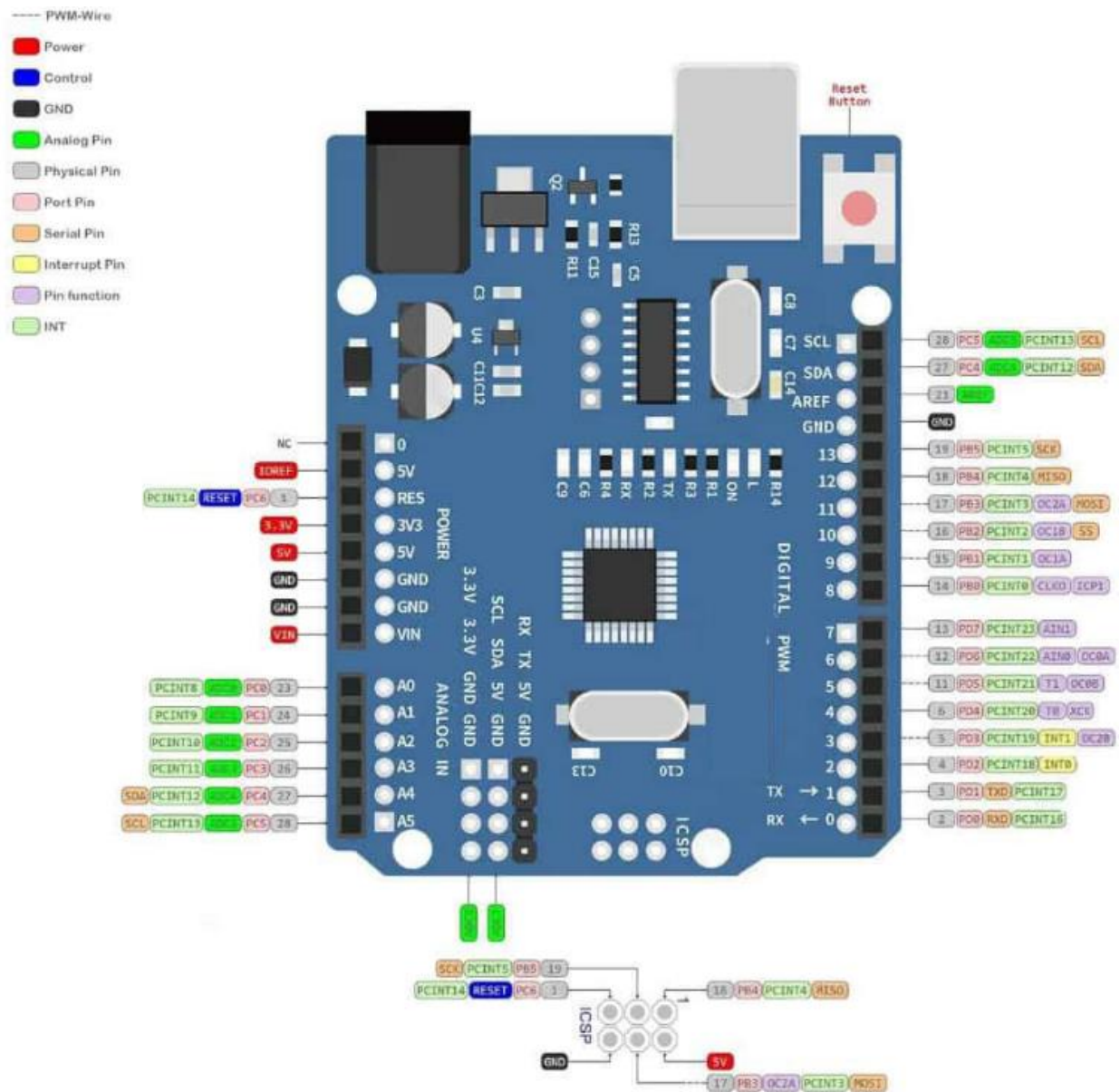


Рисунок 5.2 – Призначення виходів ARDUINO UNO

Крім того, не варто забувати про якість складання, якщо на платах, зібраних в Італії, готова плата проходить складні та багаторівневі тести якості, то плати, зібрані в Китаї, не завжди можуть похвалитися навіть якісною пайкою та відсутністю флюсу.

6 РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ

6.1 Конструкція лабораторного стенду

Для реалізації лабораторного стенду використано все обладнання протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF. Це все обладнання від'єднано від трубопроводів і корпусу водонагрівача і змонтовано на монтажній поверхні. До кожного елементу забезпечено вільний доступ і можливість приєднання. Зовнішній вигляд змонтованого обладнання лабораторного стенда для імітації роботи автоматичної системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON зображено на рисунках 6.1 та 6.2.

Пояснення до основних елементів лабораторного стенда зображено на рис. 6.2.

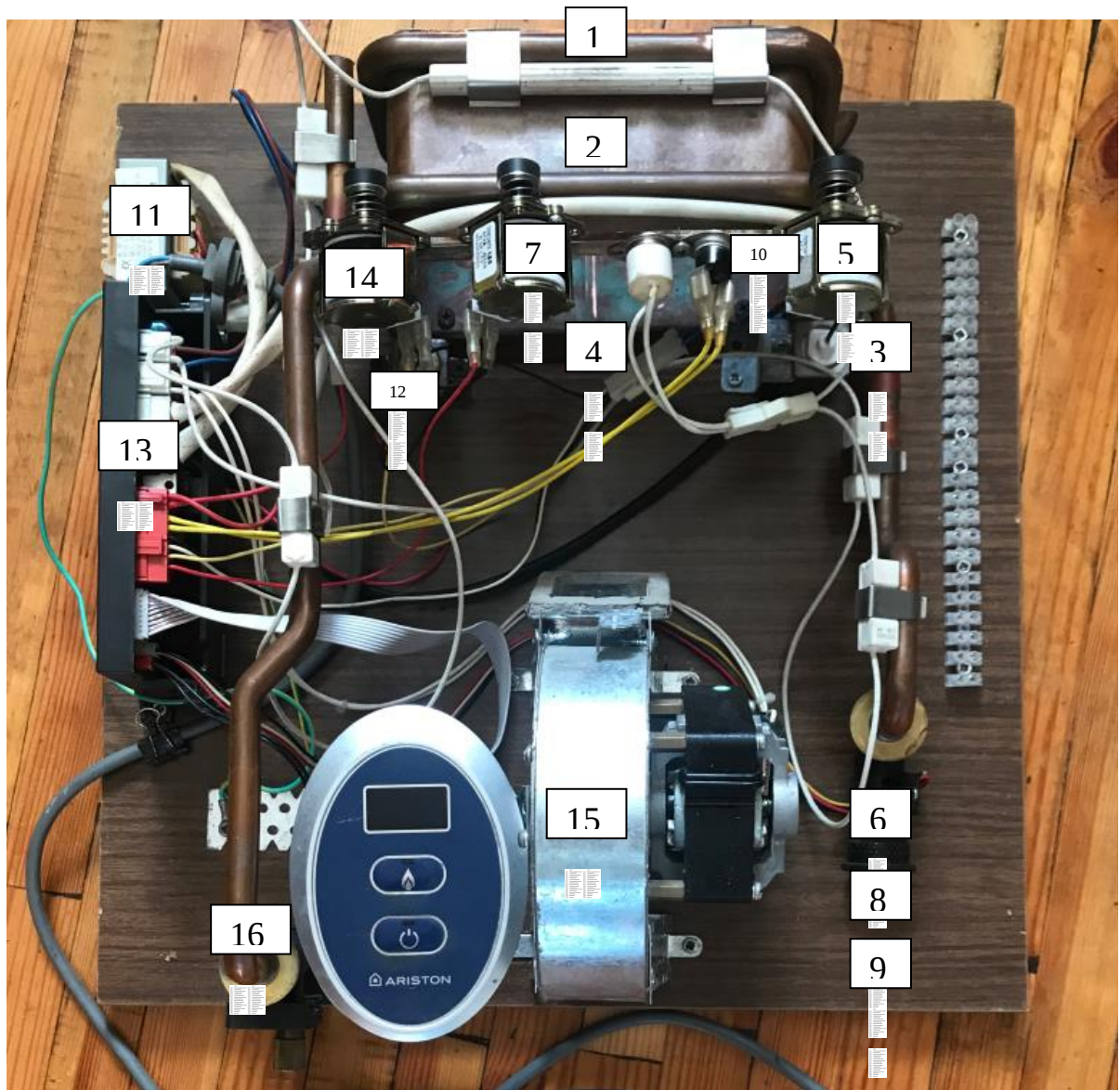


Рисунок 6.1 – Зовнішній вигляд (вигляд зверху) змонтованого обладнання лабораторного стенда для імітації роботи автоматичної системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON

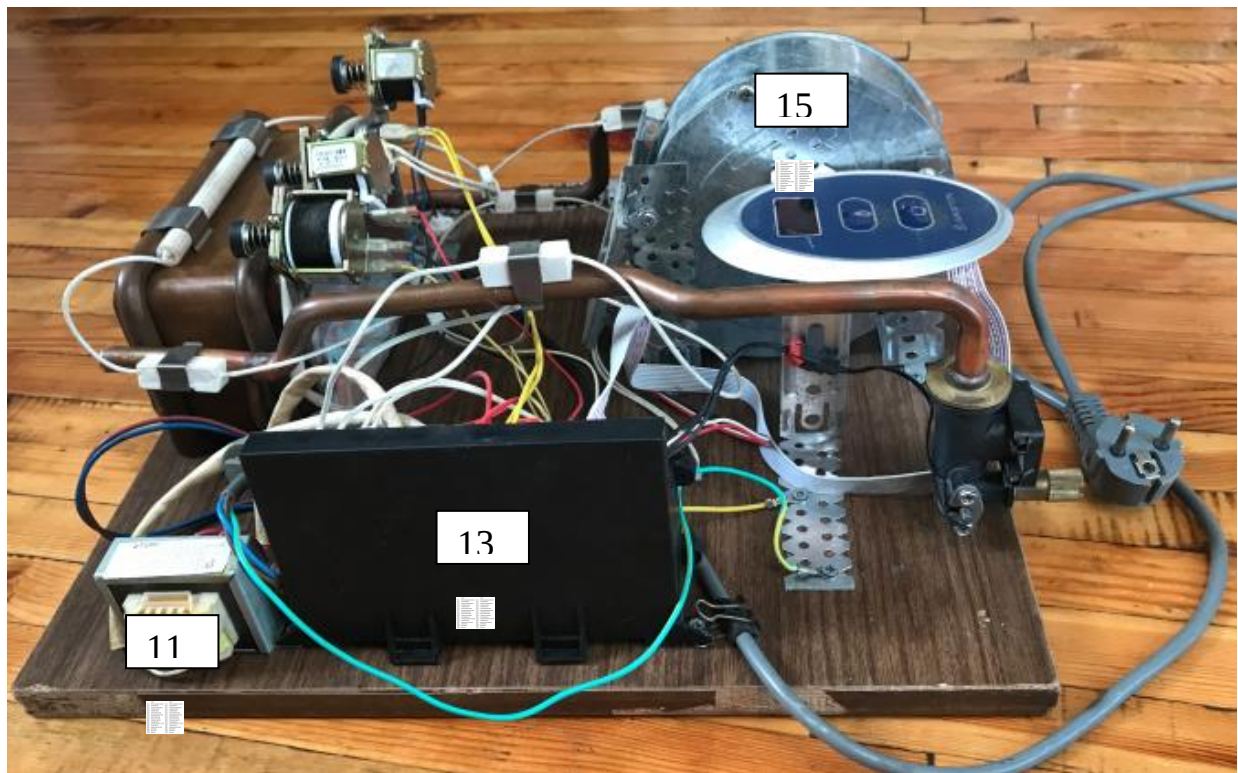


Рисунок 6.2 – Зовнішній вигляд (вигляд збоку) змонтованого обладнання лабораторного стенда для імітації роботи автоматичної системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON

- | | |
|-----|---------------------------|
| ① – | Випуск продуктів згорання |
| ② – | Теплообмінник |
| ③ – | Електрод розпалювання |
| ④ – | Газовий колектор |
| ⑤ – | Газовий клапан |
| ⑥ – | Сенсор витрати води |
| ⑦ – | Електромагнітний клапан |
| ⑧ – | Регулятор протоки |
| ⑨ – | Вхід холодної води |
| ⑩ – | Термостат перегріву |
| ⑪ – | Трансформатор |
| ⑫ – | Електрод контролю полум'я |
| ⑬ – | Основна плата |
| ⑭ – | Клапан секції пальника |
| ⑮ – | Вентилятор |
| ⑯ – | Вихід води |
| ⑰ – | Вхід газу |

Рисунок 6.3 – Опис обладнання лабораторного стенда для імітації роботи автоматичної системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON

6.2 Реалізація пристрою керування

Для фактичної реалізації пристрою керування лабораторним стендом використано обладнання ARDUINO UNO, а саме комплект обладнання «Набір для початківців UNO R3 Basic».

Зовнішній вигляд комплекту подано на рисунку 6.4.



Рисунок 6.4 – Комплект обладнання «UNO R3 Basic»

Набір являє собою комплект радіодеталей для початкового знайомства з мікроконтролером Arduino початківцями радіоаматорами. Дозволяє збирати різноманітні схеми за участю мікроконтролера (є в комплекті). Увага! Вміст набору може незначно відрізнятися, наприклад, замість другого світлодіодного семисегментного індикатора можуть бути три датчика освітленості.

Склад набору:

- Arduino uno R3 * 1
- Макетна плата 830 отворів * 1
- Світлодіод червоний * 5
- Світлодіод жовтий * 5
- Світлодіод зелений * 5
- Резистор 220 Ом * 5
- Резистор 1K * 5
- Резистор 10K * 5
- Активний динамік Buzzer * 1
- Пасивний динамік Buzzer * 1
- Кнопка * 4
- 6-ти батарейний відсік * 1
- Світлодіодний 4-х розрядний семисегментний індикатор * 1
- Світлодіодний 1-х розрядний семисегментний індикатор * 2 або 1 в

залежності від постачальника.

- Датчик вібрації * 2 (може не бути присутнім в комплекті - в залежності від постачальника)

- Змінний резистор * 1
- Інфрачервоний приймач * 1
- LM35 датчик температури * 1
- Регістр зсуву 74H595 * 1
- RGB модуль * 1
- 8 * 8 точкова матриця * 1
- USB кабель 1 * 1
- Кольорові перемички для макетної плати * 20
- Мініатюрний пульт * 1

Набір поставляється в паперовій коробці.

Зовнішній вигляд зібраного пристрою керування подано на рисунку 6.4.

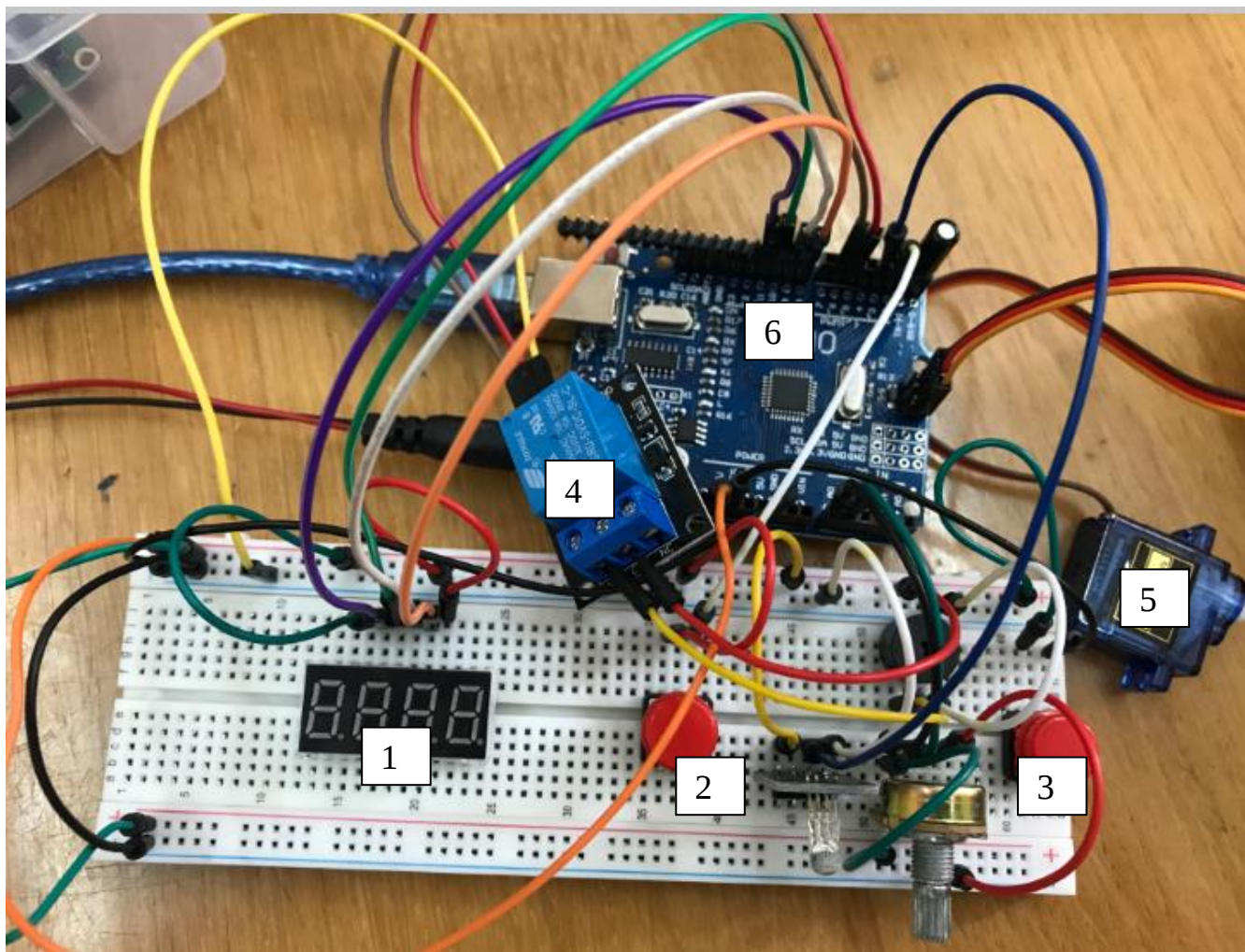


Рисунок 6.5 – Зовнішній вигляд зібраного пристрою керування

Зібраний пристрій відтворює лише логіку роботи пристрою і не під'єднано до всіх сенсорів та виконавчих органів водонагрівача. Цифровий дисплей 1 призначено для виведення інформації про температуру та код помилки. Дві кнопки (на рисунку червоного кольору) 1 використовуються для подачі сигналу «START» і вибору режиму роботи стенда (кнопка 3). Реле 4 виконує комутацію силового живлення до двигуна 5 за командою контролера 6. Всі сигнали сенсорів подаються на входні порти контролера 6. Двигун 5 виконує функцію двигуна вентилятора стенда.

Використовуючи клемні затискачі на стенді, які зображено на рисунку 6.6, можна виконати під'єднання пристрою керування до сенсорів та виконавчих органів стенда.



Рисунок 6.6 – Зовнішній вигляд фрагмента лабораторного стенда з клемними затискачами для приєднання пристрою керування

6.3 Програмна реалізація пристрою керування

Для програмування контролера ARDUINO UNO скористаємося програмним середовищем «Arduino». Зовнішній вигляд вікна програми зображено на рисунку 6.7.

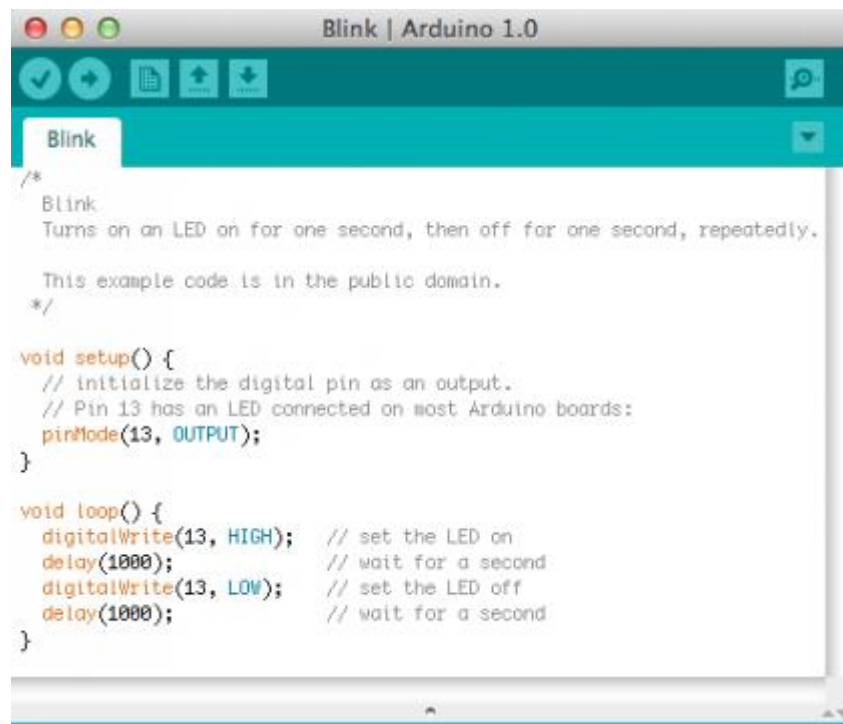


Рисунок 6.7 – Зовнішній вигляд вікна програми “Arduino”

Попередньо, перед відкриттям програми було встановлено драйвер на контролер ARDUINO UNO. Вікно вибору елементної бази програми подано на рисунку 6.8.

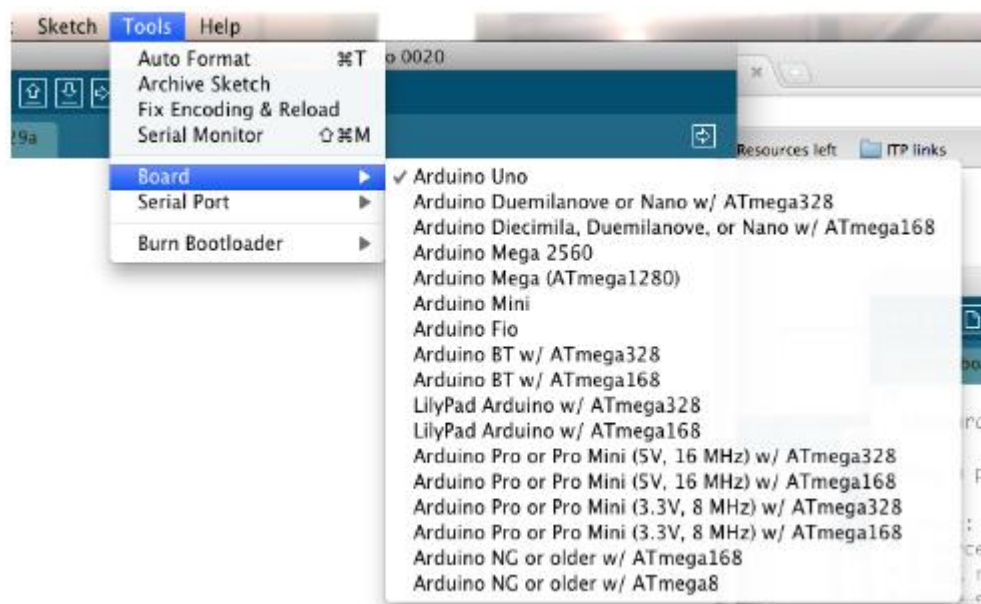


Рисунок 6.8 – Вікно вибору елементної бази програми “Arduino”

Програма роботи системи автоматизації складається з фрагментів, які відповідають за окрему функцію або роботу з окремим обладнанням. Розглянемо програму по частинах.

Фрагмент коду програми, який відповідає за блимання індикатора роботи стенда (наявності живлення і подачі газу), зображено на рисунку 6.9.

```

////////////////////////////////////
int ledPin = 10; // визначити цифровий контакт 10.
void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // визначити контакт зі світлодіодом, підключеним як вихід.
}
void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // увімкнути світлодіод.
  затримка (1000); // зачекайте секунду.
  digitalWrite(ledPin, LOW); // вимкнути світлодіод.
  затримка (1000); // зачекайте секунду
}
////////////////////////////////////

```

Рисунок 6.9 – Фрагмент коду програми, який відповідає за блимання індикатора подачі газу у горілку лабораторного стенда

Фрагмент коду програми, який відповідає за подачу команди керування кнопкою («START» або вибір режиму роботи стенда), зображено на рисунку 6.10.

```

////////////////////////////////////
int ledpin=11;// ініціалізація виводу 11
int inpin=7;// ініціалізація виводу 7
int val;// визначити значення
void setup()
{
  pinMode(ledpin,OUTPUT);// встановити світлодіодний контакт як «вихід»
  pinMode(inpin,INPUT);// встановити пін кнопки як «вхід»
}
void loop()
{
  val=digitalRead(inpin);// читати значення рівня виводу 7 і призначити значення val
  if(val==LOW)// перевірити, чи натиснуто кнопку, якщо так, увімкнути світлодіод
  { digitalWrite(ledpin,LOW);}
  інше
  { digitalWrite(ledpin,HIGH);}
}
////////////////////////////////////

```

Рисунок 6.10 – Фрагмент коду програми, який відповідає за подачу команди керування кнопкою вибір режиму роботи стенда

Для роботи 4-розрядного світлодіодного сегментного дисплею подамо схему його підключення на рисунку 6.11.

Інструкція до світлодіодного сегментного дисплея

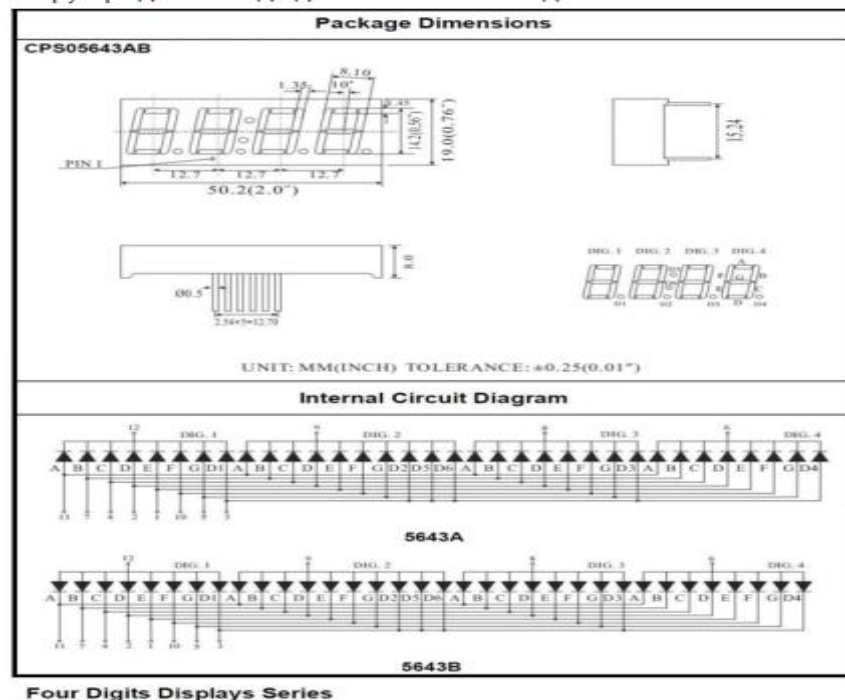


Рисунок 6.11 – Схема підключення 4-розрядного світлодіодного сегментного дисплею

Фрагмент коду програми, який відповідає за виведення інформації на 4-розрядний світлодіодний сегментний дисплей (покази величини температури з сенсора температури та коду помилки), зображено на рисунку 6.12.

```

////////////////////////////////////
// відображення 1234
// вибрати висновок для катода
int a = 1;
int b = 2;
int c = 3;
int d = 4;
int e = 5;
int f = 6;
int g = 7;
int dp = 8;
// вибрати контакт для анода
int d4 = 9;
int d3 = 10;
int d2 = 11;
int d1 = 12;
// встановити змінну
довгий n = 1230;
int x = 100;
int del = 55; // точне налаштування годинника

void setup()
{
  pinMode(d1, ВИХІД);
  pinMode(d2, ВИХІД);
  pinMode(d3, ВИХІД);
  pinMode(d4, ВИХІД);
  pinMode(a, ВИВІД);
  pinMode(b, ВИВІД);
  pinMode(c, ВИВІД);
  pinMode(d, ВИВІД);
  pinMode(e, ВИВІД);
  pinMode(f, ВИХІД);
  pinMode(g, ВИВІД);
  pinMode(dp, OUTPUT);
}

////////////////////////////////////
void loop()
{
  перемикач(n)
  {
    випадок 1:
      digitalWrite(d1, LOW);
      digitalWrite(d2, HIGH);
      digitalWrite(d3, HIGH);
      digitalWrite(d4, HIGH);
      перерва;
    випадок 2:
      digitalWrite(d1, HIGH);
      digitalWrite(d2, LOW);
      digitalWrite(d3, HIGH);
      digitalWrite(d4, HIGH);
      перерва;
    випадок 3:
      digitalWrite(d1, HIGH);
      digitalWrite(d2, HIGH);
      digitalWrite(d3, LOW);
      digitalWrite(d4, HIGH);
      перерва;
    випадок 4:
      digitalWrite(d1, HIGH);
      digitalWrite(d2, HIGH);
      digitalWrite(d3, HIGH);
      digitalWrite(d4, LOW);
      перерва;
    за замовчуванням:
      digitalWrite(d1, HIGH);
      digitalWrite(d2, HIGH);
      digitalWrite(d3, HIGH);
      digitalWrite(d4, HIGH);
      перерва;
  }
  недійсний Num_0()
}

void pickNumber(unsigned char n)// вибір числа
{
  перемикач(n)
  {
    case 0:Num_0();
    перерва;
    випадок 1:Num_1();
    перерва;
    випадок 2:Num_2();
    перерва;
    case 3:Num_3();
    перерва;
    case 4:Num_4();
    перерва;
    case 5:Num_5();
    перерва;
    case 6:Num_6();
    перерва;
    case 7:Num_7();
    перерва;
    case 8:Num_8();
    перерва;
    case 9:Num_9();
    перерва;
    за замовчуванням: Очистити ();
    перерва;
  }
}

void Display(unsigned char x, unsigned char Number)// взяти :
{
  WeiXuan(x);
  pickNumber(число);
  затримка (1);
  Очистити(); // очистити екран
}
////////////////////////////////////

```

Рисунок 6.12 – Фрагмент коду програми, який відповідає за виведення інформації на 4-розрядний світлодіодний сегментний дисплей показів величини температури

Фрагмент коду програми, який відповідає за подачу команди роботи вентилятора з використанням проміжного реле, зображено на рисунку 6.13.

```

////////////////////////////////////
int Relay = 8;
void setup()
{
  pinMode(13, ВИВІД);      //Установити Pin13 як вихід
  digitalWrite(13, HIGH);   //Установити Pin13 High
  pinMode(Реле, ВИХІД);     //Установити Pin3 як вихід
}
void loop()
{
  digitalWrite(Relay, HIGH); //Вимкнути реле
  затримка (2000);
  digitalWrite(Relay, LOW);  //Увімкнути реле
  затримка (2000);
}
////////////////////////////////////

```

Рисунок 6.13 – Фрагмент коду програми, який відповідає за подачу команди роботи вентилятора з використанням проміжного реле

На принциповій схемі позначено: TV1 – понижуючий трансформатор напруги водонагрівача; FU1 – запобіжник захисту понижуючого трансформатора; A1 – перетворювач сигналу змінної напруги у постійно (випрямляч); R1-R2 – подільник напруги; HL1 – чотирицифровий світлодіодний індикатор; KY1 – проміжне реле запуску вентилятора. Всі інші позначення такі самі, як на функціональній схемі.

При подачі сигналу живлення «START» шляхом натискання перемикача SA1 та кнопки SB1 виконується перевірка всіх сенсорів і самодіагностика плати керування. Після успішної перевірки система керування переходить в режим очікування і на дисплей плати керування виводиться значення температури води в теплообміннику. Вентилятор не працює, газ в горілку не подається.

При спрацюванні сенсора потоку BQ1 система керування подає сигнал на спрацювання клапану K11 і п'єзозапалювача Pz. Одночасно запускається вентилятор VENT. Якщо задано перше (мінімальне значення) температури T, то система буде далі продовжувати працювати поки не буде протікати вода і температури всіх сенсорів знаходитимуться у «нормі». Якщо задано друге (середнє) значення температури, то додатково спрацює клапан K12 і якщо третє (максимальне), то додатково спрацює клапан K13.

Робота системи зупиниться, якщо виконається одна з наступних умов:

- подано команду зупинки роботи водонагрівача або зупинилося протікання води через сенсор BQ1 (закрили кран гарячої води),
- перестав надходити сигнал з сенсора наявності полум'я BT1 (має місце ефект здуття полум'я або проблеми з подачею газу в горілку),
- перегрів труб теплообмінника (спрацювання сенсора води BT2 всередині теплообмінника, така несправність має місце при закупорюванні труб з водою),
- перегрів корпусу теплообмінника (спрацювання сенсора BT5, що має місце при відсутності тяги продуктів згорання).

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

В цьому розділі розглянуті заходи та засоби з охорони праці та цивільного захисту під час дослідження лабораторного стенда для аналізу енергетичних параметрів електричної машини змінного струму. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які впливають на електротехнічний персонал, що виконує дослідження визначені за Гігієнічною класифікацією.

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо). Хімічні фактори: речовини хімічного походження, в основному аерозолі фіброгенної дії (органічний пил). Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

8.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

8.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Електропривод приводного двигуна змінного струму потребує постійного обслуговування оперативно-ремонтним персоналом. Під час роботи, пов'язаної з дотиком до струмопровідних частин електродвигуна або до частин електродвигуна, що обертаються, і механізму, який вони приводять у рух, необхідно зупинити електродвигун і на його пусковому пристрої або ключі керування вивісити плакат «Не вмикати! Працюють люди».

Під час роботи на електродвигуні заземлення встановлюється на кабелі (з від'єднанням або без від'єднання його від електродвигуна) або на його приєднанні в РУ. Під час роботи на електродвигуні напругою до 1000 В або механізмі, який приводиться ним у рух, зняття напруги і заземлення струмопровідних жил кабелю слід виконувати згідно з вимогами.

Перед допуском до роботи на електродвигунах насосів, димососів і вентиляторів, якщо можливе обертання електродвигунів від з'єднаних з ними механізмів, слід зачинити і замкнути на замок засувки і шибери цих механізмів, а також вжити заходів щодо гальмування роторів електродвигунів.

Забороняється знімати огороження тих частин електродвигунів, що обертаються, під час їх роботи. Обслуговувати щітковий апарат електродвигуна, що працює, допускається одноособово оперативному працівнику або виділеному для цього навченому працівнику з групою III. В цьому разі необхідно дотримуватися таких заходів безпеки:

- працювати в головному уборі і застібнутому спецодязі, остерігаючись захвату його частинами машини, що обертаються;
- користуватися діелектричним взуттям або гумовими килимками;
- не торкатися руками одночасно до струмопровідних частин двох полюсів або струмопровідних і заземлених частин.

Кільця ротора допускається шліфувати на електродвигуні, що обертається, лише за допомогою колодок з ізоляційного матеріалу, із застосуванням захисних окулярів. Під час роботи на електродвигуні заземлення може бути встановлене на будь-якій ділянці кабельної лінії, що з'єднує електродвигун з РУ (збіркою). Під час роботи на механізмі, не пов'язаній з доторканням до частин, що обертаються, і у випадку роз'єднання з'єднувальної муфти, заземлювати кабельну лінію не слід.

Якщо на відключеному електродвигуні роботи не провадять або їх перервано на кілька днів, то від'єднана від нього кабельна лінія має бути заземлена з боку електродвигуна. В тих випадках, коли перетин жил кабелю

не дозволяє застосовувати переносні заземлення, допускається у електродвигунів напругою до 1000 В заземлювати кабельну лінію мідним провідником, перетином не меншим від перетину з жили кабелю, чи з'єднувати між собою жили кабелю та ізолювати їх. Таке заземлення і з'єднання жил кабелю слід враховувати в оперативному журналі нарівні з переносним заземленням.

На однотипних або близьких за габаритом електродвигунах, встановлених поряд з тим, на якому провадять роботи, слід вивісити плакати «Стій! Напруга» незалежно від того, перебувають вони в роботі чи у резерві.

Випробування електродвигуна спільно з виконавчим механізмом слід проводити з дозволу начальника зміни технологічного цеху, в якому вони встановлені.

Під час видавання дозволу робиться запис в оперативному журналі технологічного цеху, а про отримання цього дозволу – в оперативному журналі цеху (дільниці), що провадить випробування.

Ремонт і налагоджування електросхем електроприводів, не з'єднаних з виконавчим механізмом, регулювальних органів і запірної арматури, можна проводити за розпорядженням. Дозвіл на їх випробування дає працівник, який дав розпорядження на виведення електроприводу в ремонт, налагодження. Про це слід зробити запис під час оформлення розпорядження.

Вмикання електродвигуна для випробування до повного закінчення роботи здійснюється після виведення бригади з робочого місця. Після випробування провадиться повторний допуск з оформленням у наряді. Під час виконання роботи за розпорядженням на повторний допуск розпорядження дається знову.

8.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання ліфтів і системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна

напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Відповідно з ГОСТ 12.1.013-78 умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у приміщеннях, що реконструюються та будуються, є струмопровідною.

Згідно із ГОСТ 12.1.030-81, в якості захисту від ураження людей електричним струмом застосовується заземлення. Крім того безпека експлуатації при нормальному режимі роботи забезпечується застосуванням ізолювальних пристроїв, огороженням струмоведучих частин, використанням малих напруг. Особи, що обслуговують електроустановки повинні користуватися ЗІЗ – спецвзуття, рукавиці. Засоби захисту необхідно періодично випробувати, їх потрібно захищати від механічних пошкоджень, впливу факторів, що погіршують їх діелектричні властивості.

В установках напругою до 1 кВ огороження роблять суцільними. Безпечні відстані між огороженнями і не ізольованими струмоведучими частинами регламентується ПУЕ і в установках до 1 кВ із суцільними огороженнями – 5 см. Висота розміщення не огорожених струмоведучих частин залежить від значення напруги і рівня підготовки людей, що працюють з електроустаткуванням. Струмоведучі частини напругою до 1 кВ у місцях, де працюють люди, висота розміщення повинна бути не менше 3,5 м. Постійний контроль за ізоляцією, тому що протягом часу відбувається старіння ізоляції, що може привести до пробоя і створити небезпеку при дотику людини до ізольованих проводів.

8.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

8.2.1 Мікроклімат виробничого приміщення

Оперативно-ремонтні з обслуговування приводного двигуна змінного струму відносяться до категорії Пб по важкості праці [6]. Енерговитрати за цією категорією становлять – до 140-174Вт. Допустимі норми температури,

відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень приведені в таблиці 8.1

Таблиця 8.1 – Допустимі норми параметрів повітря

Період року	Категорія робіт	Температура, °С Допустима		Відносна вологість	Швидкість руху, X
		Верхня межа	Нижня межа	Допустима	Допустима
Холодний	ІІб	20-24	17-25	75	не більше 0,2
Теплий		21-28	19-30	55 при 27 °С	0,1-0,3

8.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³.

При здійсненні монтажних робіт виділяється пил нетоксичний. При роботі системи вентиляції, провітрюванні в приміщення може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при оздоблювальних технологічних процесах в будівництві, що знаходяться в повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК відповідно наведено в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери, в робочій зоні для обслуговуючого персоналу

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до ДСН проектом передбачені наступні рішення: застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами, які встановлені безпосередньо на ділянках біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення; необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні; застосовувати природну вентиляцію: організовану і неорганізовану.

8.2.3 Виробниче освітлення

При поганому освітленні зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. 5% травм можна пояснити недостатнім освітленням, а у 20% випадків воно сприяло їх появі. Погане освітлення може призвести до професійних захворювань: погіршують загальне самопочуття, зменшують фізичну і розумову працездатність.

Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «в». Допустимі рівні виробничого освітлення наведені в таблиці 8.3.

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів).

Таблиця 8.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменши й або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природнє Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

8.2.4 Виробничий шум

Під час виконання монтажних робіт виникає виробничий шум з такими характеристиками: за характером спектру – широкосмуговий з безперервний спектром шириною більше октави; за тональною характеристикою постійний; за походженням – механічний і гідродинамічний.

Допустимі рівні звукової температури, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 3.3.6.037 і наведені в таблиці 8.4.

Таблиця 8.4 – Допустимі рівні звукової температури

Характер робіт	Допустимі рівні звукової температури (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для зменшення рівня шуму до допустимого двигуни будівельних машин і механізмів виконуються в металевому кожусі, а також виконують

змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

8.2.5 Виробнича вібрація

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сидниці).

Допустимі рівні загальної вібрації на постійних місцях у виробничих приміщеннях наведені в таблиці 8.5.

Таблиця 8.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація:	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-
На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях										

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с 10^{-2} , знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

8.2.6 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019, за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та пожежною безпекою.

Приміщення, де встановлюється обладнання приводного двигуна змінного струму, за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилю і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В, з зонами П-ІІІ (місця, де зберігаються тверді горючі речовини).

Будівля, в якій розташовані ці приміщення, характеризується ІІІ ступенем вогнестійкості.

До ІІІ ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1 (низької горючості), Г2 (помірної горючості). До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 наведено в таблиці 8.6.

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 наведено в таблиці 8.7.

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 8.8 (чисельник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 9.8. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків і споруд слід приймати за таблицею 9.8 (знаменник).

Таблиця 8.6 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площадки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	перекрыття між поверхів (у т.ч. горищ і та над підвалами)	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки)				плити, настили, прогони	балки, ферми, арки, рами
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються	

Таблиця 8.7 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи проти-пожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбур-шлюзу, не нижче
Стіни	3	REI 45	2	2
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	3	REI 45	2	1

Таблиця 8.8 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IV, V
III	8/9	8/12	10/15

В приміщенні, де знаходиться обладнання приводного двигуна змінного струму, встановлено 1 вогнегасник ВП-5.

ВИСНОВКИ

В бакалаврській дипломній роботі розроблено лабораторний стенд для імітації роботи автоматизованої системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON.

Для існуючої газової колонки ARISTON марки Ariston Marco Polo M2 10L FF потужністю 10л гарячої води за 1хв часу було розраховано потужність споживання електричної енергії. Основними споживачами колонки виявилися плата керування потужністю 200Вт та турбіна примусового нагнітання повітря у камеру згорання потужністю 110Вт. Загальна потужність лабораторного стенда становить 340Вт з врахуванням запасу 10%.

Для розрахованої потужності і існуючого обладнання водонагрівача було знайдено характеристики всіх основних вузлів і запропоновано три системи керування, а саме:

- 1) система керування на існуючій головній платі водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF. Це існуюча система керування;
- 2) система керування на контролері ARDUINO UNO;
- 3) система керування на промисловому контролері (наприклад LOGO SIEMENS).

Шляхом техніко-економічного порівняння обрано систему керування на контролері ARDUINO UNO, приведені річні затрати якої становлять 4146грн. Найдорожчою із запропонованих вийшла система SIEMENS LOGO з річними затратами 5426грн.

Розроблено функціональну схему керування лабораторним стендом і вибрано основні елементи системи керування. Для реалізації необхідних функціональних можливостей використано комплект UNO R3 Basic і такі його елементи:

- цифровий дисплей, який призначено для виведення інформації про температуру та код помилки;

- дві кнопки (на рисунку червоного кольору) використовуються для подачі сигналу «START» і вибору режиму роботи стенда;
- електромагнітне проміжне реле, яке виконує комутацію силового живлення до двигуна за командою контролера;
- контролер керування ARDUINO UNO.

Використовуючи клемні затискачі на стенді виконується під'єднання пристрою керування до сенсорів та виконавчих органів стенда.

Розроблено макет лабораторного стенда, змонтовано та з'єднано між собою всі його електричні елементи. Фото лабораторного стенда зображено на рисунках дипломної роботи.

Для обраного контролера і виконавчих пристроїв в середовищі програмування «Arduino» написано код програми для роботи стенда.

Розроблено електричну принципову схему системи керування лабораторного стенда, яка описує зв'язок між усіма його елементами.

Також у роботі досліджено питання безпечного обслуговування електротехнічного обладнання, а саме приводних електричних двигунів та їх систем керування. Оскільки лабораторний стенд побудовано з виведенням на органи управління низької електричної напруги, то питання охорони праці стосуються переважно обслуговування приводних двигунів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бегун, П.І., Лавренко, О.М. (2020). Автоматизація виробничих процесів. Київ: Видавництво "Освіта".
2. Бодіко, В.О., Грінченко, Т.І. (2018). Автоматизація технологічних процесів: теорія та практика. Харків: Видавництво "Техніка".
3. Кисіль, В.Л., Рибаківа, В.М. (2019). Комп'ютерні системи управління технологічними процесами. Львів: Видавництво "Наука і Техніка".
4. Грабовець, В.І., Мельниченко, В.А. (2021). Проблеми та перспективи автоматизації технологічних процесів в промисловості. Наукові праці, (5), 45-56. Доступно за адресою: <http://example.com/article>
5. Олійник, О.В., Бабій, А.М. (2020). Автоматизація технологічних процесів у харчовій промисловості. Вісник НУХТ, (3), 78-89. Доступно за адресою: <http://example.com/journal>
6. Coursera. (2024). Навчальні ресурси з автоматизації технологічних процесів. Доступно за адресою: <https://www.coursera.org>
7. IEEE. (2024). IEEE Xplore Digital Library. Доступно за адресою: <https://ieeexplore.ieee.org>
8. International Electrotechnical Commission (IEC). (2010). IEC 61508: Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-related Systems. Женева: Міжнародна електротехнічна комісія.
9. International Organization for Standardization (ISO). (2015). ISO 9001: Quality Management Systems - Requirements. Женева: Міжнародна організація зі стандартизації.
10. Краснов, В.М. (2019). Основи проектування та розробки лабораторних стендів. Київ: Видавництво "Техніка".
11. Мельник, О.В., Петров, І.І. (2020). Лабораторні стенди в технічній освіті. Харків: Видавництво "Освіта".

12. Іваненко, М.П., Сидоренко, Л.В. (2021). Роль лабораторних стендів у сучасній інженерній освіті. Науковий журнал з технічних наук, 15(2), 123-135. Доступно за адресою: <http://example.com/article1>
13. Ковальчук, А.С., Гриценко, Н.М. (2022). Інтеграція новітніх технологій у розробку лабораторних стендів. Вісник технічних наук, 28(3), 45-58. Доступно за адресою: <http://example.com/article2>
14. Coursera. (2023). Лабораторні стенди: сучасні підходи та технології. Доступно за адресою: <https://www.coursera.org/learn/lab-stands>
15. IEEE. (2024). Research and Development of Laboratory Stands. Доступно за адресою: <https://ieeexplore.ieee.org/document/12345678>
16. International Electrotechnical Commission (IEC). (2018). IEC 61010-1: Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use. Женева: Міжнародна електротехнічна комісія.
17. American Society for Testing and Materials (ASTM). (2019). ASTM E2654-18: Standard Guide for the Design and Development of Laboratory Stands. Вест Коншохокен, США: ASTM International.
18. Ariston. (2022). Marco Polo M2 10L FF: Інструкція з експлуатації. Milano: Ariston Thermo Group.
19. Ariston. (2022). Marco Polo M2 10L FF: Технічні характеристики та керівництво з встановлення. Milano: Ariston Thermo Group.
20. Ariston Thermo Group. (2022). Каталог продукції: Газові водонагрівачі Marco Polo M2. Milano: Ariston Thermo Group.
21. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.
22. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->

23. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48644.

24. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

25. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

26. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

27. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

28. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

29. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

30. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

31. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.

32. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.

33. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf>.

34. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

35. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf.

36. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри КЕМСК

к.т.н., доц. Микола МОШНОРІЗ

“ 02 ” 04 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на бакалаврську дипломну роботу

**ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ІМІТАЦІЇ РОБОТИ АВТОМАТИЧНОЇ
СИСТЕМИ ПІДГРІВУ ВОДИ НА ОСНОВІ ТУРБОВАНОЇ ГАЗОВОЇ
КОЛОНКИ ARISTON**

08-24.БДР.027.00.000 ТЗ

Керівник роботи

доцент

Микола МОШНОРІЗ

“ 02 ” 04 2024 р.

Виконавець: ст. гр. ЕМ-22мс

Олександр ОГОРОДНИК

“ 02 ” 04 2024 р.

Вінниця ВНТУ 2024

1 Загальні відомості

Повне найменування розробки – «Лабораторний стенд для імітації роботи автоматичної системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON».

Скорочене найменування розробки – «Лабораторний стенд».

Замовник – кафедра Комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів Вінницького національного технічного університету.

2 Підстави для розробки

Індивідуальне завдання та наказ ректора Вінницького національного технічного університету про затвердження тем дипломного проектування.

3 Призначення розробки і галузь використання

Лабораторний стенд призначений для вивчення основ програмування та технології роботи автоматичних систем підігріву води продуктивністю до 10л/хв.

4 Вимоги до розробки

Лабораторний стенд призначений для експлуатації всередині приміщень. Всі підключення і перемикання необхідно виконувати після зняття напруги і зупинки турбіни пристрою.

5 Комплектація розробки

Лабораторний стенд складається з системи керування на основі контролера ARDUINO UNO, турбіни, клапанів, сенсорів температури та потоку води, які змонтовані на монтажній платформі. Розробка є унікальною.

6 Технічні характеристики

Продуктивність роботи системи – 10 літрів гарячої води за 1 хвилину часу. Повна потужність водонагрівача - 18кВт.

7 Джерела розробки

1. Інструкція до використання протічного напівтурбованого водонагрівача ARISTON марки Ariston Marco Polo M2 10L FF.

8 Елементна база

Обладнання водонагрівача ARISTON марки Ariston Marco Polo M2 10L FF та пристрій керування ARDUINO UNO.

9 Конструктивне виконання

Лабораторний стенд виконано на монтажній платформі розміром 500x500мм. Обладнання розміщено відкрито. Система керування стендом ззовні через гвинтові затискачі.

10 Показники технологічності

Обладнання виконується на існуючій елементній базі водонагрівача ARISTON марки Ariston Marco Polo M2 10L FF та контролері ARDUINO UNO.

11 Стадії і етапи розробки

Стадії і етапи розробки	Термін виконання
Основна частина пояснювальної записки	
Графічна частина	

12 Технічне обслуговування і ремонт

Технічне обслуговування здійснюється інженерами та лаборантами кафедри. Технічний огляд пристрою здійснюється мінімум два рази на рік на початку семестрів.

13 Живлення системи автоматизації

Живлення системи автоматизації повинно бути виконане однофазною напругою 0,23 кВ 50Гц.

Додаток Б

ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ

**ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ІМІТАЦІЇ РОБОТИ АВТОМАТИЧНОЇ
СИСТЕМИ ПІДГРІВУ ВОДИ НА ОСНОВІ ТУРБОВАНОЇ ГАЗОВОЇ
КОЛОНКИ ARISTON**

Метою роботи є підвищення якості навчального процесу з освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації» за рахунок розробки лабораторного стенду для імітації роботи автоматизованої системи підігріву води.¶

Об'єктом дослідження є процес розробки лабораторного стенду для навчання з дисципліни «Автоматизація технологічних процесів», «Автоматизовані системи керування», «Основи автоматизації», а також з метою проведення профорієнтаційних заходів на кафедрі комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів.¶

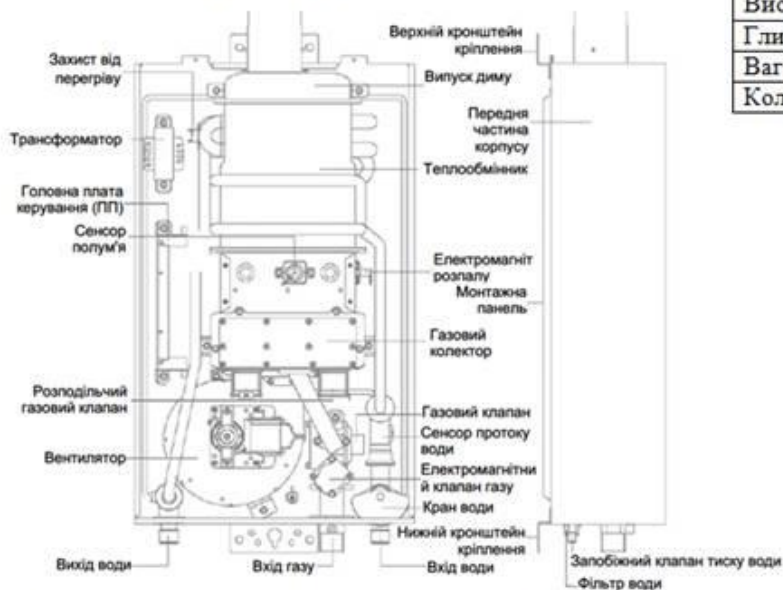
Предметом дослідження є лабораторний стенд, побудований на основі напівтурбованої газової колонки ARISTON.¶

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі: розрахувати та обрати обладнання автоматизації; вибрати економічно-доцільну систему керування; розробити структурну схему системи автоматизації; обрати її основні елементи; розробити функціональну схему системи автоматизації; розробити спрощену принципову схему системи автоматизації і вивчити питання безпечних умов праці для обслуговуючого персоналу.¶



Зовнішній вигляд та габаритні розміри проточного нагрівача ARISTON

Marco Polo M2 10L FF

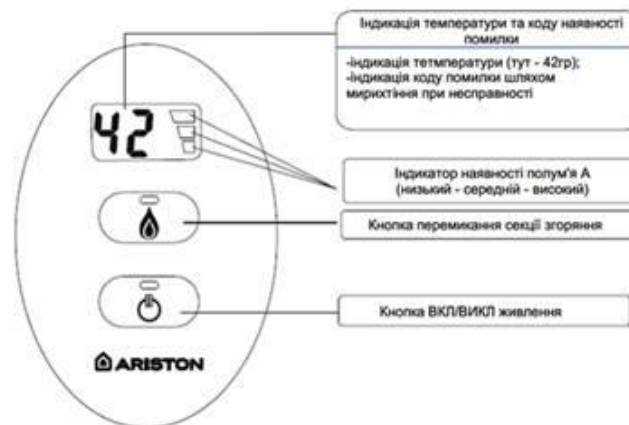


Будова нагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Загальні відомості

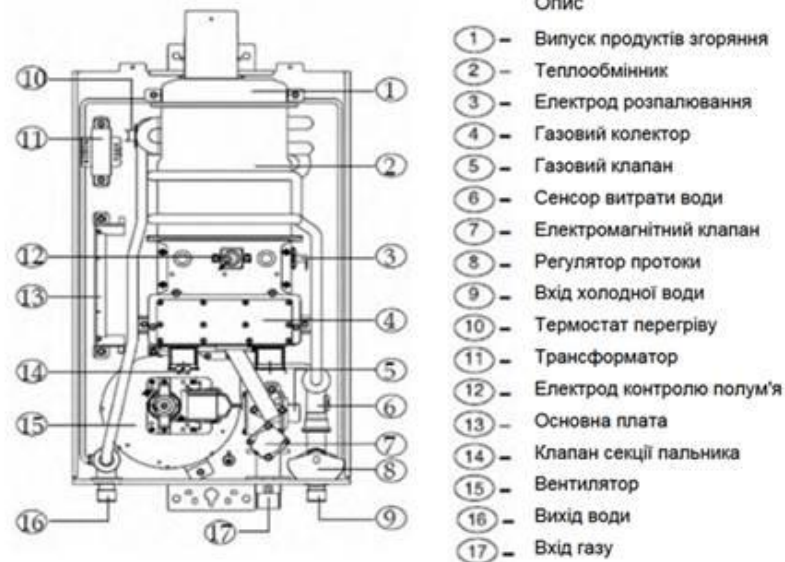
Характеристики Ariston Marco Polo M2 10L FF

Характеристики газової колонки	Ariston Marco Polo M2 10L FF напівтурбо
Продуктивність, л/хв	10
Потужність, кВт	18
Тип запалювання	Електророзпал
Регулятор потужності	3 модуляцією полум'я
За типом відведення газів	Напівтурбо
Тип камери згоряння	Закрита
Тип димоходу	Коаксіальний / Однопотоковий
Робота газової колонки	Напівавтоматична
Регулювання температури	Автоматичне регулювання
Країна виробник	Китай
Додатково	Ariston Marco Polo M2 10L FF напівтурбо
Потужність вентилятора/турбіни, Вт	7
Ширина, мм	320
Висота, мм	520
Глибина, мм	130
Вага, кг	11.5
Колір	Білий



Панель керування водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Загальні відопості



Принцип роботи водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Вхідні та вихідні сигнали плати керування водонагрівача Ariston Marco Polo M2 10L FF

№	Елемент водонагрівача	Характеристика сигналу
Входи		
1	Живлення	3x2,5mm ² , 220В, 50Гц
2	Вказівник температури	(шлейф до панелі керування)
3	Сенсор витрат води	3р DC3V
4	Сенсор температури гарячої води на виході з теплообмінника	2р DC3V
5	Сенсор наявності полум'я	2р DC3V
6	Сенсор температури води в теплообміннику	2р DC3V
7	Сенсор перегріву пальника (наявності тяги)	2р DC3V
8	Сенсор охолодження (замерзання) води в різних місцях трубопроводу (5 шт, що з'єднані послідовно)	2р DC3V
Виходи		
1	Вентилятор нагнітання повітря і примусового димовидалення	3x1,5mm ² , 220В, 50Гц
2	Електромагнітний газовий клапан	2р DC24V
3	Газовий клапан	2р DC24V
4	Газовий клапан секції пальника	2р DC24V
5	Електрод розпалювання	2р DC24V

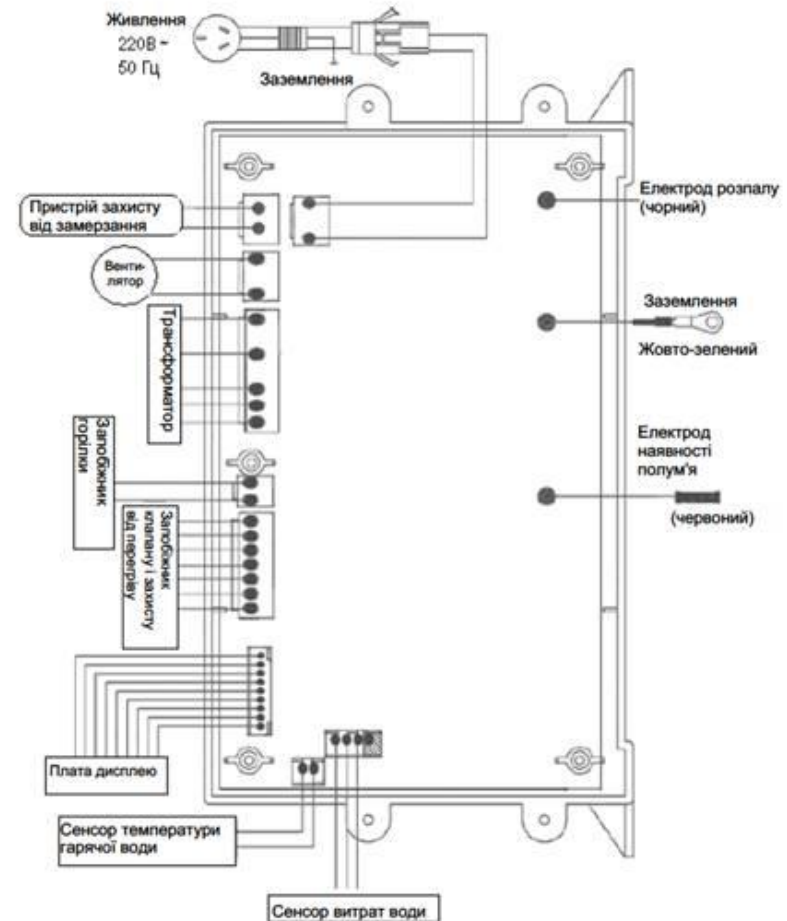


Схема підключення плати керування водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF

Розрахунок і вибір елементів



Зовнішній вигляд турбіни YJF7-2



Зовнішній вигляд понижуючого трансформатора напруги E157 (TDB-21-B202)

Повна потужність буде дорівнювати, ВА:

$$S_t = \frac{P_t}{\cos \varphi_t} \quad (2.2)$$

$$S_t = \frac{70}{0,64} = 110 \text{ (BA)}.$$

Паспортні дані вентилятора зведемо у таблицю 2.1.

Паспортні дані турбіни YJF7-2

Назва параметру, одиниця вимірювання	Значення
Потужність, Вт	70
Напруга живлення, В	220
Струм, А	0,5
Коефіцієнт потужності	0,64
Частота обертання, об/хв	2750

Отримаємо потужність:

$$S_t = 220 \cdot 0,9 = 198 \text{ (BA)}.$$

Паспортні дані понижуючого трансформатора напруги E157 (TDB-21-B202) зведемо у таблицю 2.2.

Паспортні дані понижуючого трансформатора напруги E157 (TDB-21-B202)

Назва параметру, одиниця вимірювання	Значення
Потужність, ВА	200
Напруга живлення, В	220
Струм, А	0,9
Напруга вторинної обмотки, В	24

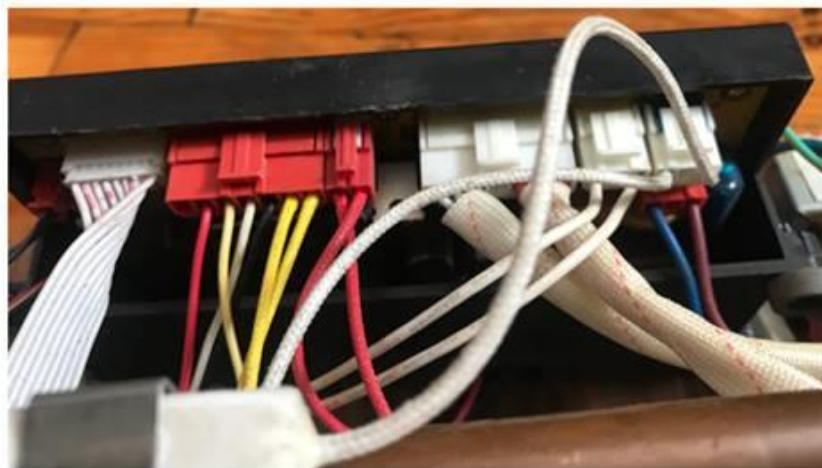
Розрахунок і вибір елементів



Зовнішній вигляд сенсора потоку води



Зовнішній вигляд сенсора 1



Зовнішній вигляд плати керування



Зовнішній вигляд панелі керування



Зовнішній вигляд сенсора температури води

Розрахунок і вибір елементів



Зовнішній вигляд сенсора контролю полум'я



Зовнішній вигляд електроду розпалу



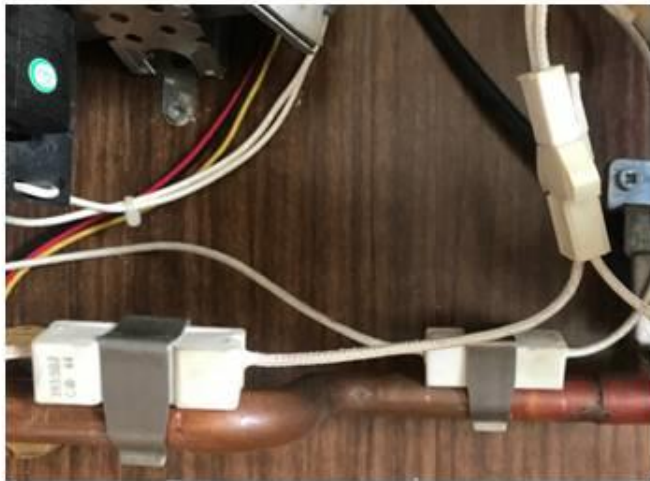
Розрахунок і вибір елементів



Зовнішній вигляд термостату замерзання



Зовнішній вигляд стержневого сенсора низької температури води



Зовнішній вигляд сенсорів низької температури на окремих ділянках трубопроводу



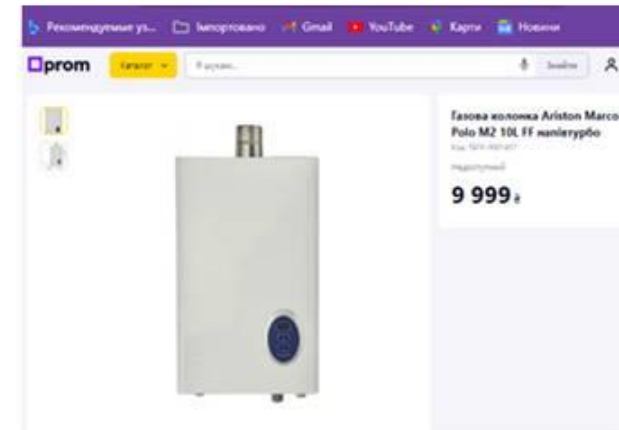
Зовнішній вигляд клапану газу та клапану третього ступеню розігріву

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

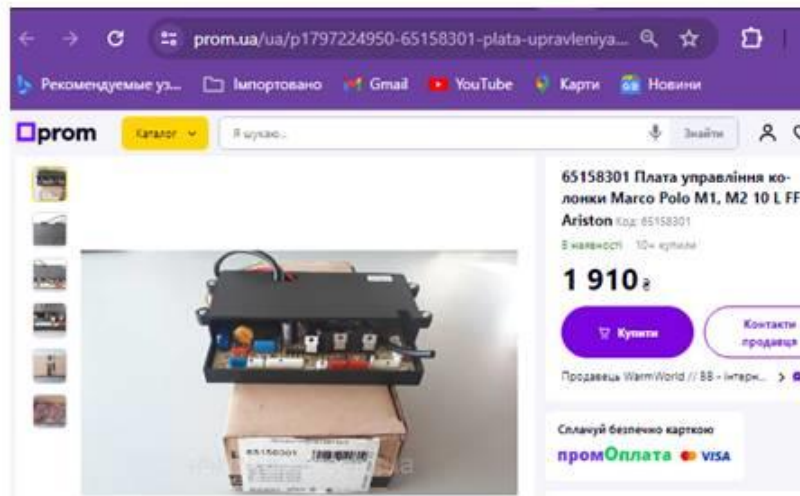
Розглянемо, для порівняння, такі системи системи автоматизації:

- 1) система керування на існуючій головній платі водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF. Це існуюча система системи керування;
- 2) система керування на контролері ARDUINO UNO;
- 3) система керування на промисловому контролері (наприклад LOGO SIEMENS).

Економічне обґрунтування вибору системи системи автоматизації виконаємо за методом приведених затрат.



Зовнішній вигляд вікна інтернет-оглядача з ціною протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF



Зовнішній вигляд вікна інтернет-оглядача з ціною плати керування протічного водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF



Зовнішній вигляд вікна інтернет-оглядача з ціною стартового набору ARDUINO UNO

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Техніко-економічне співставлення систем автоматизації

	ARISTON Marco Polo M2 10L FF	ARDUINO UNO	SIEMENS LOGO
Вартість додаткового обладнання водонагрівача, грн.	8089	8089	8089
Вартість системи керування, грн.	1910	1222	5973
Капітальні затрати, грн.	9999	9311	14062
Річні кап. затрати, грн./рік	1700	1583	2391
Ефективність роботи системи, %	0,970	0,900	0,990
Затрати на електроен. грн./рік	1228	1324	1203
Затрати на амортиз., грн./рік	1000	931	1406
Затрати на ремонт, грн./рік	200	186	281
Затрати на обслугов., грн./рік	121	122	145
Приведені річні затрати, грн./рік	4249	4146	5426

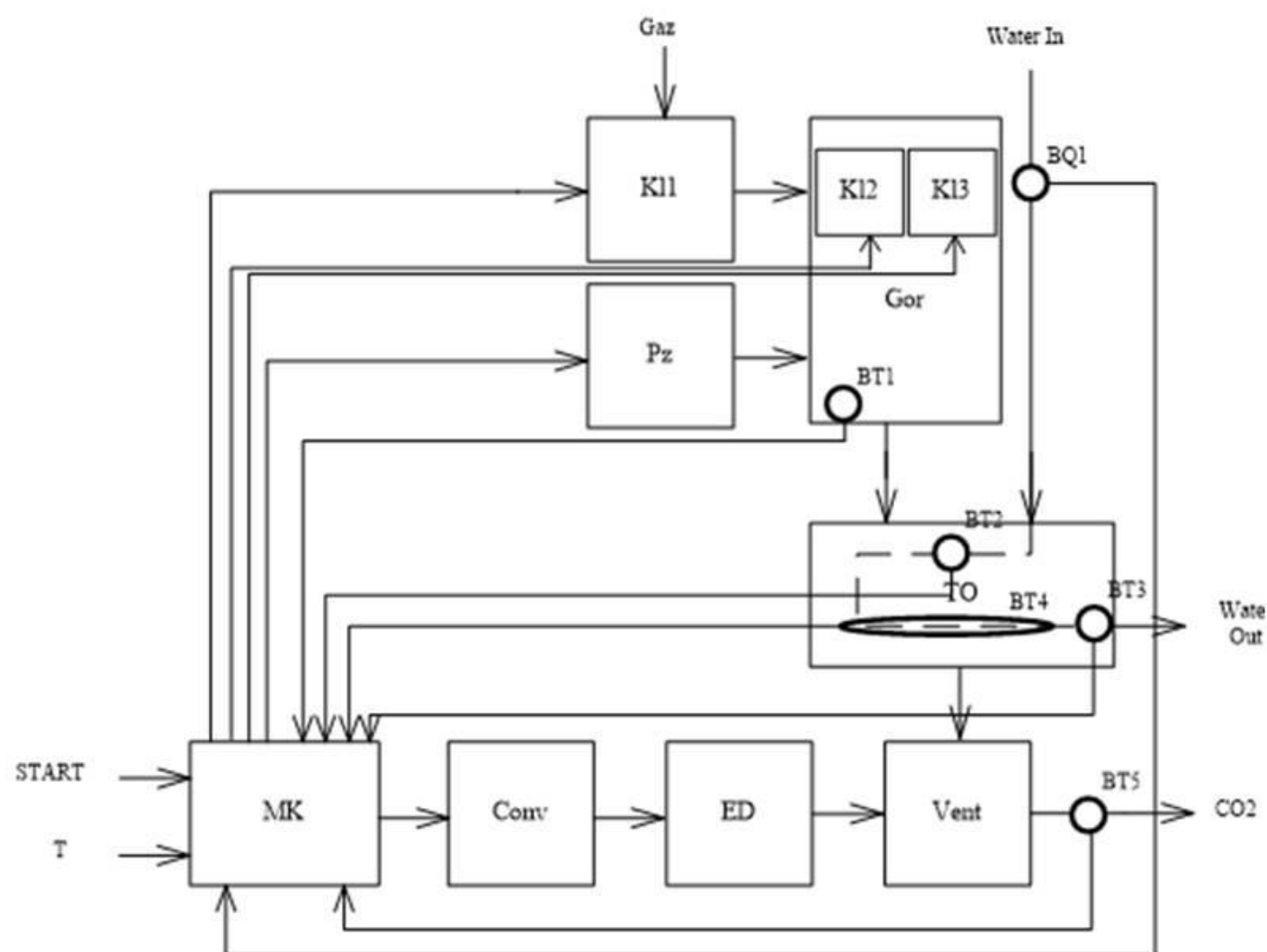
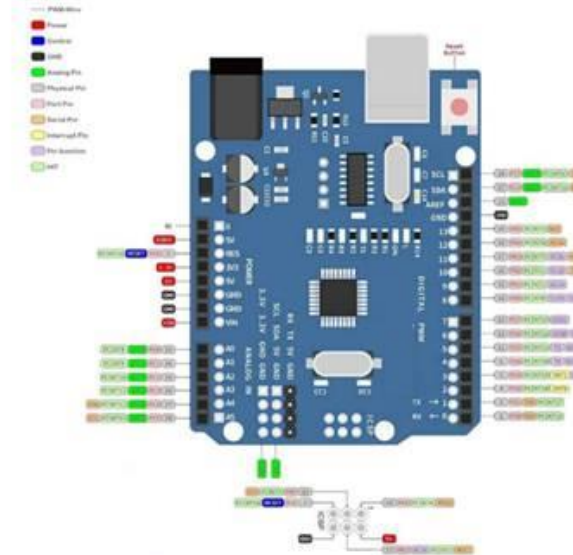


Схема функціональних зв'язків системи автоматичної роботи протічного водонагрівача

Вибір обладнання системи керування



Зовнішній вигляд ARDUINO UNO

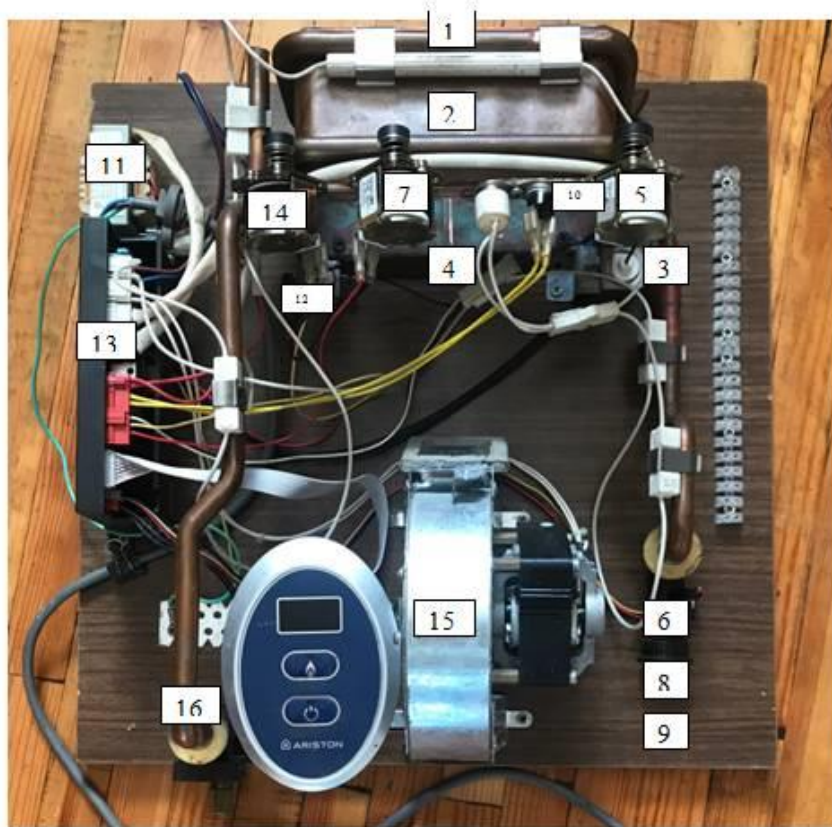


Призначення виходів ARDUINO UNO

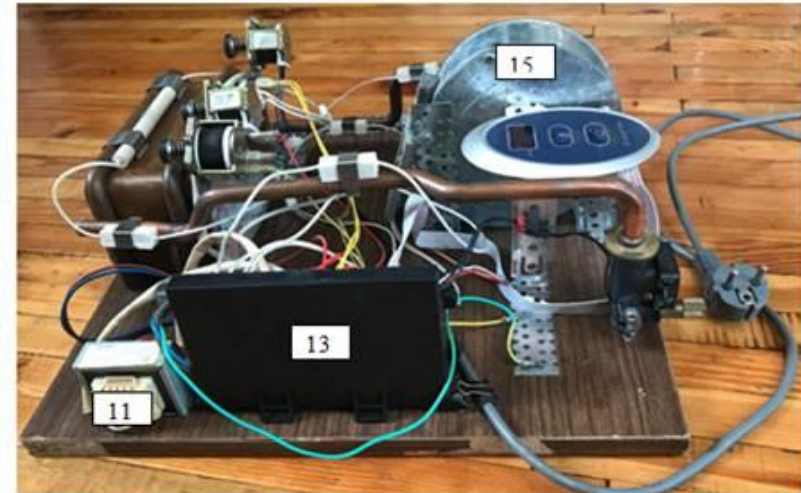
Паспортні дані ARDUINO UNO

Назва параметру	Значення
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга контролера:	Вхід USB: 5В Вхід VCC: 5В Вхід Vin: 7,5В-12В
Цифрові входи/виходи	14 (6 з них ШІМ)
Аналогові входи	6
Флеш-пам'ять програм	32Кб
Оперативна пам'ять	2Кб
Тактова частота	16 МГц
Розмір	68 x 53 x 15 мм

Лабораторний стенд



Зовнішній вигляд (вигляд зверху) змонтованого обладнання лабораторного стенда для імітації роботи автоматичної системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON



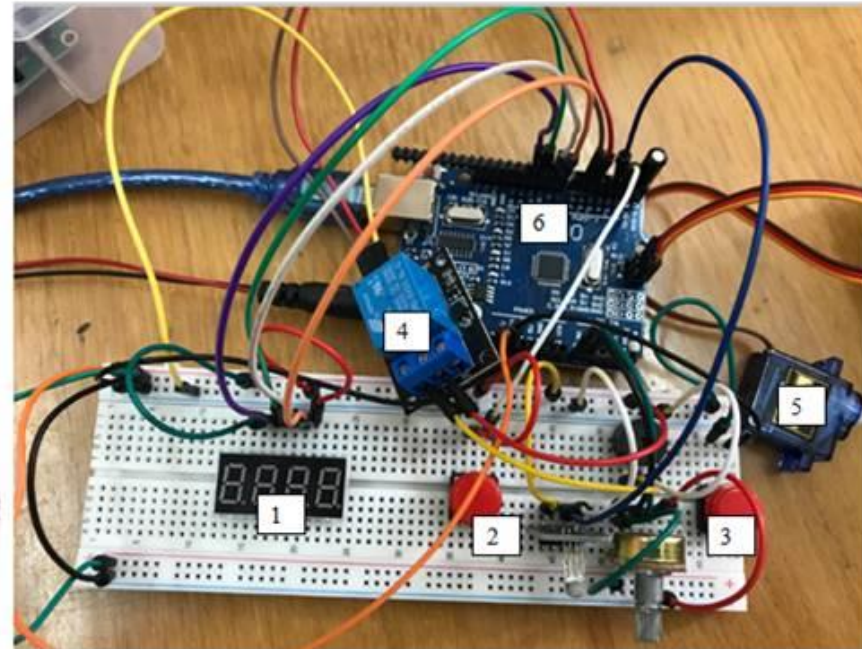
Зовнішній вигляд (вигляд збоку) змонтованого обладнання лабораторного стенда для імітації роботи автоматичної системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON

- ① – Випуск продуктів згоряння
- ② – Теплообмінник
- ③ – Електрод розпалювання
- ④ – Газовий колектор
- ⑤ – Газовий клапан
- ⑥ – Сенсор витрати води
- ⑦ – Електромагнітний клапан
- ⑧ – Регулятор потоки
- ⑨ – Вхід холодної води
- ⑩ – Термостат перегріву
- ⑪ – Трансформатор
- ⑫ – Електрод контролю полум'я
- ⑬ – Основна плата
- ⑭ – Клапан секції пальника
- ⑮ – Вентилятор
- ⑯ – Вихід води
- ⑰ – Вхід газу

Лабораторний стенд



Комплект обладнання «UNO R3 Basic»

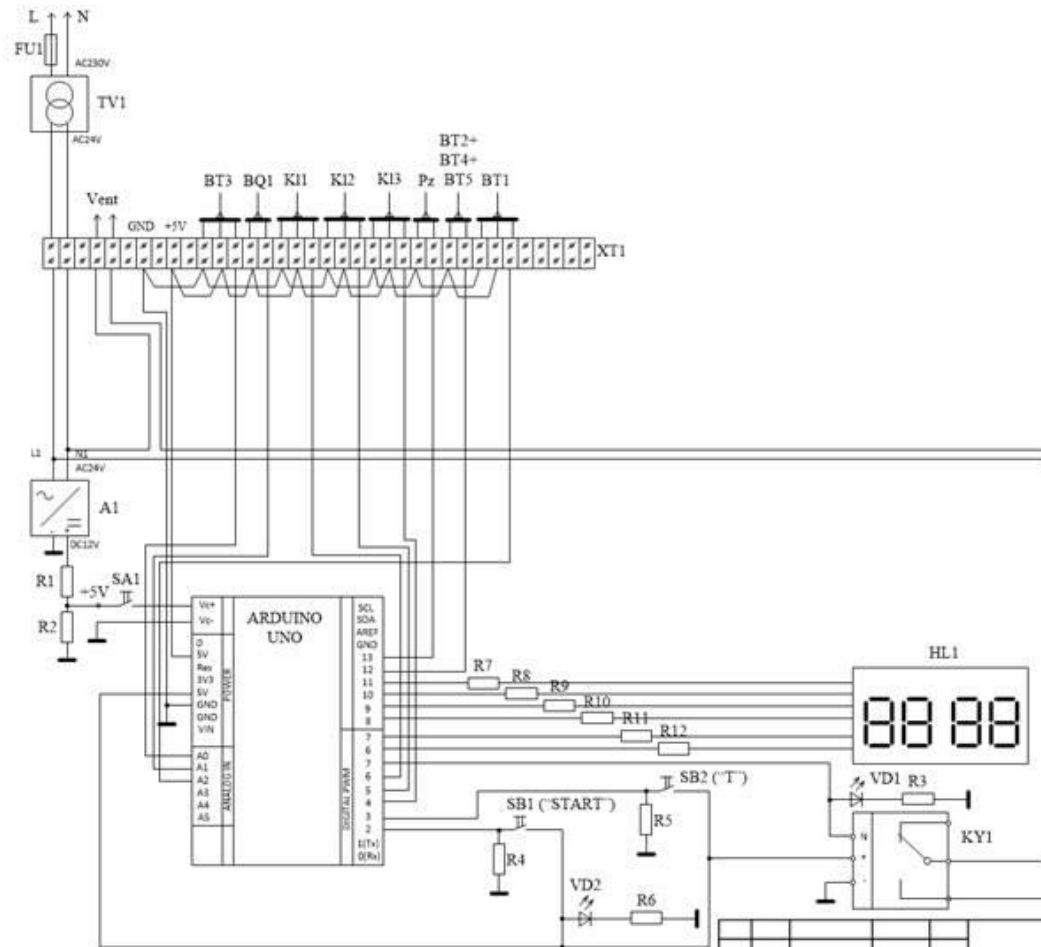


Зовнішній вигляд вікна програми "Arduino"



Схема підключення 4-розрядного світлодіодного сегментного дисплею

Ім'я та прізвище	Підпис і дата
Ім'я та прізвище	Ім'я та прізвище
Знак та прізвище	Знак та прізвище
Підпис і дата	Підпис і дата
Ім'я та прізвище	Ім'я та прізвище



08-24.БДР.027.00.000 Е3						ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ІМІТАЦІЇ РОБОТИ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДГРІВУ ВОДИ НА ОСНОВІ ТУРБОВАНОЇ ГАЗОВОЇ КОЛОНКИ ARISTON			Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата		Розробник	Огородник О.		у		
Перевірив	Мошториз М.					Т. контр.			Архив	Архив	
Рецензент	Павлюк О.					Н. контр.			Схема електрична принципова		
Зач.	Мошториз М.					Зач.	Мошториз М.		ВНТУ, ЕМ-22мс		

Висновки

В бакалаврській дипломній роботі розроблено лабораторний стенд для імітації роботи автоматизованої системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON.

Для існуючої газової колонки ARISTON марки Ariston Marco Polo M2 10L FF потужністю 10л гарячої води за 1хв часу було розраховано потужність споживання електричної енергії. Основними споживачами колонки виявилися плата керування потужністю 200Вт та турбіна примусового нагнітання повітря у камеру згорання потужністю 110Вт. Загальна потужність лабораторного стенда становить 340Вт з врахуванням запасу 10%.

Для розрахованої потужності і існуючого обладнання водонагрівача було знайдено характеристики всіх основних вузлів і запропоновано три системи керування, а саме:

- 1) система керування на існуючій головній платі водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L FF. Це існуюча система системи керування;
- 2) система керування на контролері ARDUINO UNO;
- 3) система керування на промисловому контролері (наприклад LOGO SIEMENS).

Шляхом техніко-економічного порівняння обрано систему керування на контролері ARDUINO UNO, приведені річні затрати якої становлять 4146грн. Найдорожчою із запропонованих вийшла система SIEMENS LOGO з річними затратами 5426грн.

Розроблено функціональну схему керування лабораторним стендом і вибрано основні елементи системи керування. Для реалізації необхідних функціональних можливостей використано комплект UNO R3 Basic і такі його елементи:

- цифровий дисплей, який призначено для виведення інформації про температуру та код помилки;

- дві кнопки (на рисунку червоного кольору) використовуються для подачі сигналу «START» і вибору режиму роботи стенда;

- електромагнітне проміжне реле, яке виконує комутацію силового живлення до двигуна за командою контролера;

- контролер керування ARDUINO UNO.

Використовуючи клемні затискачі на стенді виконується під'єднання пристрою керування до сенсорів та виконавчих органів стенда.

Розроблено макет лабораторного стенда, змонтовано та з'єднано між собою всі його електричні елементи. Фото лабораторного стенда зображено на рисунках дипломної роботи.

Для обраного контролера і виконавчих пристроїв в середовищі програмування «Arduino» написано код програми для роботи стенда.

Розроблено електричну принципову схему системи керування лабораторного стенда, яка описує зв'язок між усіма його елементами.

Також у роботі досліджено питання безпечного обслуговування електротехнічного обладнання, а саме приводних електричних двигунів та їх систем керування. Оскільки лабораторний стенд побудовано з виведенням на органи управління низької електричної напруги, то питання охорони праці стосуються переважно обслуговування приводних двигунів.

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Лабораторний стенд для імітації роботи автоматичної системи підігріву води на основі турбованої газової колонки ARISTON»

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота

Підрозділ: кафедра КЕМСК, ФЕЕЕМ, гр. ЕМ-22мс

Науковий керівник: к.т.н., доц. Мошноріз М. М.
(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність	86,6 %
Схожість	13,4 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

☐ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

☐ Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

☐ Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ☐ ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

(підпис)

Паянок О.А.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

(підпис)

Огородник О. В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Микола МОШНОРІЗ

(прізвище, ініціали)

електротехнічного обладнання, а саме приводних електричних двигунів, систем керування. Оскільки лабораторний стенд побудовано з введенням на органи управління низької електричної напруги, то питання охорони праці стосуються переважно обслуговування приводних двигунів.

					08-24.БДР.027.00.000 ЕЗ				
					ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ІМІТАЦІЇ РОБОТИ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДГРІВУ ВОДИ НА ОСНОВІ ТУРБОВАНОЇ ГАЗОВОЇ КОЛОНКИ ARISTON				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					
Розробив		Огородник О.		21.05	Схема електрична принципова				
Перевірів		Мошноріз М.		22.05					
Т. контр.					ВНТУ, ЕМ-22мс				
Рецензент		Лобода Ю.		20.06.24					
Н.контр.		Бомбик В.		28.05.24					
Затв.		Мошноріз М.		28.05.24					