

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

Чичура І. І.

«18» листопада 2022 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної магістерської роботи

на тему:

«АВТОМАТИЗАЦІЯ КОМПЛЕКСНОГО КЕРУВАННЯ
КОТЕЛЬНОЮ»

Виконав:

Фірцак Олександр Іванович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Науковий керівник:

доцент Рябошук Михайло Михайлович

(вчене звання, ПІБ, посада)

Реферат

Пояснювальна робота містить: сторінок – 60; рисунків – 22; додатків – 2; список використаної літератури – 10.

Об'єкт розробки – автоматизована система комплексного крування котельнею.

Мета дослідження – розробити відповідну документацію та створити програму автоматичного керування згідно вимог до дипломної роботи. Виготовлення графічної документації із застосуванням програмних проектно–конструкторських пакетів, «AutoCAD 2016».

Ключові слова: КОТЕЛЬНЯ, КЕРУВАННЯ, АВТОМАТИЧНИЙ

Abstract

Explanatory work to revenge: sides - 60; drawings - 22; dodatkiv - 2; list of victorious literature - 10.

The object of distribution - the system of integrated heating by the boiler house is automated.

Meta follow-up - to develop the necessary documentation and create a program for automatic ceremonial work, I was able to get to the graduation work. Preparation of graphic documentation from the drafting of software design packages, "AutoCAD 2016".

Key words: BOILER, KERUVANNYA, AUTOMATIC

Ужгородський національний університет

Інженерно-технічний факультет

Кафедра приладобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень "МАГІСТР"

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри

ст. викл. Ігор ЧИЧУРА

"18" жовтня 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

студенту Фіртач Олександр Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема МР: Автоматизація комплексного керування котельною

керівник роботи: доцент Рябошук Михайло Михайлович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені Розпорядженням по ІТФ від "10" жовтня 2022 року № 3.

2. Строк подання студентом роботи "16" жовтня 2022 року.

3. Вихідні дані до роботи: об'єктом розробки є закінчене технічне рішення для модернізації непрацездатного застарілого обладнання.

Умови експлуатації пристрою:

- температура навколишнього середовища від -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
- атмосферний тиск від 720 до 780 мм.рт.ст.;
- відносна вологість повітря до 95 %;
- електроживлення – мережа 220В;
- габарити і маса – стандартна шафа управління.

Характеристики пристрою:

- сенсорна панель оператора;
- промисловий логічний контролер;
- кількість індуктивних датчиків - 2;
- цифровий терморегулятор;
- кількість температурних датчиків - 1;

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити):

Аналіз існуючих технічних рішень, придатних до конфігурування та адаптації під індивідуальну задачу; огляд сучасних підходів до проектування систем

автоматизованого управління котельнею; розробка структурної схеми пристрою.

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

- структурна схема пристрою (1 аркуш А3);
- креслення основних вузлів пристрою (1 аркуш А3);

6. Консультанти розділів роботи

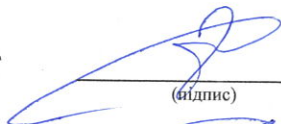
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання " ____ " ____ 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання КБР	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд літератури	до 10/10/2022	
2	Пошук на аналіз об'єктів дослідження	до 25/10/2022	
3	Розробка структурної та принципової схеми	до 10/11/2022	
4	Вибір елементної бази	до 20/10/2022	
5	Розробка алгоритму та програмного забезпечення	до 25/11/2022	
6	Оформлення технічної документації	до 5/11/2022	
7	Оформлення текстової частини	до 10/12/2022	

Студент


(підпис)

Олександр ФІРЦАК

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

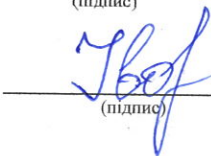
Керівник МР


(підпис)

Михайло РЯБОЩУК

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Гарант ОП «Магістр»


(підпис)

Валентин ІВАНИЦЬКИЙ

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ТА ОГЛЯД АНАЛОГІВ	9
1.1 Об'єкт автоматизації.....	9
1.2 Вимоги при розробці систем управління котельнею	12
1.3 Структура роботи автоматизованої котельні	15
1.4 Огляд готових рішень для автоматизації котельні	17
2 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМ	32
2.1 Створення алгоритму роботи.....	32
2.2 Створення структурної та функціональної схем	37
3 СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПІОЇ СХЕМИ ТА ПІДБІР СКЛАДОВИХ СИСТЕМИ.....	39
3.1 Промисловий контролер.....	39
3.2 Сенсорна панель оператора.....	43
3.3 Терморегулятор E5CSV	49
3.4 Індуктивні сенсори з дискретним виходом	51
3.5 Термопара PT100.....	52
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	55
ДОДАТКИ.....	57

КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ				
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата
Розробив		Фіртач О.І.		
Перевірів		Рябошук М.		
Т. Контр.				
Н. Контр.				
Затвердив		Чичура І.І.		

Автоматизація комплексного керування котельною Пояснювальна записка			Літера	Аркуш	Аркушів
			У	6	60
ДВНЗ «УжНУ», ІТФ, спец. АКІТ, 6 курс					

ВСТУП

Автоматизоване управління котельнями стає все більш важливим в останні роки, оскільки підприємства прагнуть підвищити ефективність, знизити експлуатаційні витрати та відповідати екологічним нормам. Традиційний метод ручного керування котлами та іншими критичними системами займає багато часу та може призвести до людських помилок. Навпаки, автоматизовані системи керування використовують передові технології, такі як моніторинг у реальному часі, прогнозне технічне обслуговування та аналіз даних, щоб забезпечити більш ефективне та ефективне рішення.

Автоматизована система керування котлом зазвичай складається з мережі датчиків, виконавчих механізмів і алгоритмів керування, які відстежують і контролюють продуктивність котлів та інших критичних систем. Система використовує дані в реальному часі, щоб оптимізувати споживання енергії, скоротити час простою та звести до мінімуму потребу в ручному втручанні. Він також забезпечує аналітику та звітність у реальному часі, дозволяючи операторам приймати обґрунтовані рішення та покращувати загальне управління об'єктом.

Однією з ключових переваг системи автоматизованого керування котлом є підвищення ефективності. Вона також може підвищити безпеку, відстежуючи критичні системи та сповіщаючи операторів про потенційні ризики, зменшуючи ризик нещасних випадків і відмови обладнання.

Окрім підвищення ефективності та безпеки, автоматизована система керування котлом також може мати позитивний вплив на навколишнє середовище. Система може контролювати викиди та допомагати підприємствам дотримуватися екологічних норм, зменшуючи свій вуглецевий слід і підвищуючи стійкість.

Ще однією важливою перевагою автоматизованої системи керування котлом є прогнозне обслуговування. Система може використовувати дані датчиків і історичні записи технічного обслуговування, щоб передбачити, коли компоненти ймовірно вийдуть з ладу, дозволяючи проводити профілактичне обслуговування та скорочувати час простою. Це не тільки знижує витрати та підвищує

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						7
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективність, але й допомагає продовжити термін служби критичного обладнання та мінімізувати ризик неочікуваних збоїв.

Крім того, автоматизована система керування котлом також може надавати розширені можливості аналітики та звітності. Система може збирати й аналізувати величезні обсяги даних у режимі реального часу, надаючи операторам цінну інформацію про продуктивність котлів та інших критичних систем. Цю інформацію можна використовувати для прийняття обґрунтованих рішень, виявлення тенденцій і закономірностей і покращення загального управління об'єктом.

Важливо відзначити, що переваги автоматизованої системи управління котлом можуть відрізнятися в залежності від конкретних потреб і цілей підприємства. Наприклад, великий промисловий об'єкт може надавати пріоритет енергоефективності та зниженню витрат, тоді як менший об'єкт може віддавати пріоритет безпеці та дотриманню нормативних вимог.

Підсумовуючи, впровадження системи автоматизованого керування котлами є розумною інвестицією для об'єктів, які прагнуть підвищити ефективність, безпеку та стійкість. Система може надати низку переваг, від зниження експлуатаційних витрат і мінімізації часу простою до покращення керування даними та допомоги підприємствам у дотриманні екологічних норм [1].

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						8
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ТА ОГЛЯД АНАЛОГІВ

За рівнем автоматизації теплоенергетика посідає одне з провідних місць серед інших галузей промисловості. Теплоенергетичні установки характеризуються безперервністю процесів, що в них протікають. При цьому вироблення теплової енергії у будь-який момент часу має відповідати споживанню (навантаженню). Майже всі операції на теплоенергетичних установках механізовані, а перехідні в них розвиваються порівняно швидко. Цим пояснюється високий розвиток автоматизації у тепловій енергетиці.

Технологічні блокування виконують у заданій послідовності ряд операцій при пусках та зупинках механізмів парогенераторної установки, а також у випадках спрацьовування технологічного захисту. Блокування виключають неправильні операції при обслуговуванні парогенераторної установки, забезпечують відключення необхідної послідовності обладнання при виникненні аварії.

Пристрої технологічної сигналізації інформують черговий персонал про стан обладнання (у роботі, зупинено, тощо), попереджають про наближення параметра до небезпечного значення, повідомляють про аварійний стан парогенератора та його обладнання. Застосовуються звукова та світлова сигналізація.

Експлуатація котлів повинна забезпечувати надійне та ефективне вироблення пари необхідних параметрів та безпечні умови праці персоналу. Для виконання цих вимог експлуатація повинна вестись у точній відповідності до правил, норм та керівних вказівок, зокрема, відповідно до «Правил будови та безпечної експлуатації парових котлів» Держгірпромнагляду, «Правил технічної експлуатації електричних станцій і мереж», «Правил технічної експлуатації теплогенераторних установок та теплових мереж» та ін.

1.1 Об'єкт автоматизації.

ТОВ «Індустрія деревообробки» займається виготовленням меблів з клесного масиву дуба. На підприємстві встановлений котел водогрійний KB-0,4 БТ «СТОЖАРИ» (рис 1.1). Котельня забезпечує теплом сушильні камери, тому

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						9
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

справна робота котла є важливим фактором для економічної стабільності підприємства.



Рисунок 1.1 – Котел водогрійний КВ-0,4 БТ «СТОЖАРИ» [2]

Характеристики котла водогрійного КВ-0,4 БТ «СТОЖАРИ» приведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Характеристики котла КВ-0,4 БТ «СТОЖАРИ» [2]

№	параметр	одиниці	значення
1	Номінальна теплова потужність	кВт	400
2	Обігрів одноповерхових приміщень: - об'єм - площа (при висоті 3,5м)	м ³ м ²	15000 4200
3	Витрата твердолистяних дров вологістю 30%:	кг/год	110
4	Максимальні розміри дров: - довжина - діаметр	мм мм	925 300
5	Об'єм топки котла	м ³	0,96
6	Водомісткість котла	м ³	1,35
7	Робочий тиск води у котлі.	МПа	0,2
8	Максимальна температура води на виході з котла	°С	95
9	Необхідна тяга на виході з котла	Па	130
10	Температура вихідних газів не більше	°С	238
11	ККД котла, не менше	%	77
12	Напруга живлення	В	3х380±5%
13	Потужність електродвигуна вентилятора	кВт	0,37
14	Габаритні розміри, не більше: - довжина - ширина - висота	мм	2600 1500 1950
15	Маса котла, не більше	кг	2250

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
10

Котел обладнаний пультом аналогового управління подачею палива модель ДРВ-17 (рис. 1.2), який є несправним і потребує термінової заміни.



Рисунок 1.2 - Пульт аналогового управління подачею палива ДРВ-17. [2]

Принцип роботи котла легко зрозуміти із його схеми (рис. 1.3), велика кількість агрегатів які беруть участь у функціонуванні не передбачають їх автоматизацію.

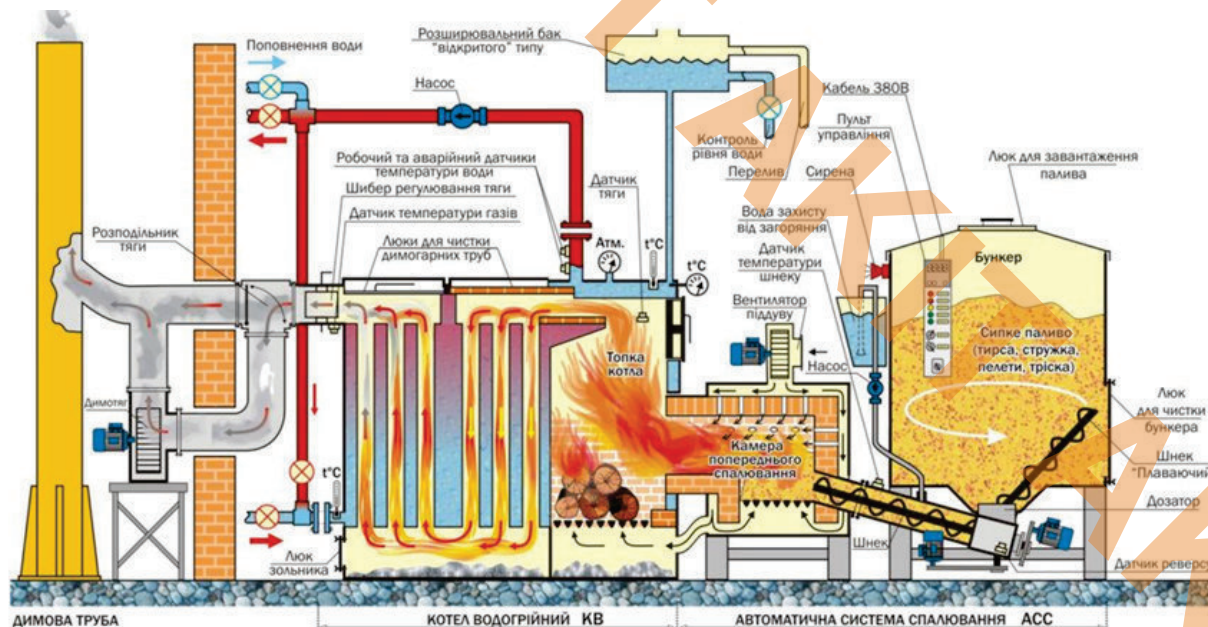


Рисунок 1.3 - Схема роботи котла твердопаливного КВ. [2]

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Стоїть завдання обладнати котельню комплексною автоматичною системою керування на базі промислового логічного контролера із заміною несправного пульта.

Головна увага і першочергове завдання автоматизація надходження сипучих пилوماتеріалів в камеру згорання (див. рис. 1.4).

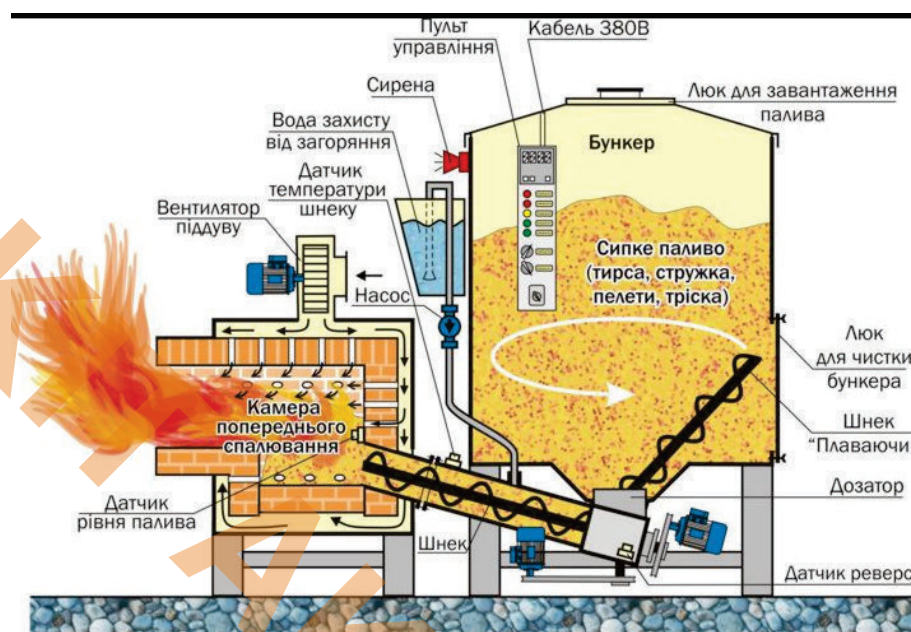


Рисунок 1.4 –Схема роботи автоматичної системи спалювання АСС [2]

1.2 Вимоги при розробці систем управління котельнею

Створення вимог до системи автоматизованого керування котлом передбачає наступні етапи:

а) Визначте потреби та цілі: це передбачає розуміння конкретних потреб і цілей об'єкта, таких як підвищення ефективності, покращення безпеки, зниження експлуатаційних витрат і дотримання правил.

б) Визначення необхідних даних: це передбачає визначення конкретних даних та інформації, які потрібно зібрати та обробити, наприклад споживання палива, викиди, температура та тиск.

в) Визначення функціональних можливостей системи: це передбачає визначення конкретних функцій і функцій, які система повинна мати, наприклад моніторинг і контроль у реальному часі, прогнозне технічне обслуговування, управління енергією та можливості звітування.

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк. 12
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

г) Оцінка існуючих систем і технологій: це передбачає оцінку існуючих систем і технологій, щоб визначити, чи можуть вони задовольнити потреби та цілі об'єкта, чи потрібне нове рішення.

д) Розробка документу з детальними вимогами: це передбачає створення детального документа, який окреслює конкретні вимоги та специфікації системи, включаючи вимоги до апаратного та програмного забезпечення, мережеву інфраструктуру, інтерфейс користувача та рішення для зберігання даних.

е) Огляд і схвалення: це передбачає перегляд документу вимог із зацікавленими сторонами та отримання схвалення для продовження розробки системи.

Цей процес допомагає гарантувати, що вимоги до системи автоматизованого керування котлами чітко визначені та зрозумілі, а також що система розроблена відповідно до конкретних потреб і цілей підприємства.

Переваги використання автоматизованих котелень. Автоматизована система керування котлом може запропонувати кілька переваг, зокрема:

а) Підвищена ефективність: система може відстежувати та контролювати продуктивність котлів у режимі реального часу, підвищуючи ефективність і знижуючи витрати на електроенергію.

б) Покращена безпека: система може контролювати критично важливі для безпеки системи та попереджати операторів про потенційні ризики, зменшуючи ризик нещасних випадків і відмови обладнання.

в) Зниження експлуатаційних витрат: система може оптимізувати споживання енергії, скоротити час простою та мінімізувати потребу в ручному втручанні, зменшуючи експлуатаційні витрати.

г) Кращі екологічні показники: система може контролювати викиди та допомагати об'єктам дотримуватися екологічних норм, зменшуючи їхній вуглецевий слід і покращуючи стійкість.

д) Прогнозне технічне обслуговування: система може використовувати дані датчиків і історичні записи про технічне обслуговування, щоб передбачити,

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						13
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коли компоненти ймовірно вийдуть з ладу, що дозволяє проводити проактивне технічне обслуговування та скорочувати час простою.

е) Покращене керування даними: система може надавати аналітику та звітність у реальному часі, дозволяючи операторам приймати обґрунтовані рішення та покращувати загальне керування об'єктом.

Це лише кілька прикладів переваг, які може запропонувати система автоматизованого керування котлом. Конкретні переваги залежатимуть від потреб і цілей окремого закладу.

Ось приклад впливу автоматизованої системи керування котлом до і після:

Раніше:

а) Котлами керували вручну, а оператори приймали рішення на основі обмежених даних і досвіду.

б) Споживання енергії не було оптимізовано, що призвело до вищих витрат і більшого вуглецевого сліду.

в) Системи безпеки не контролювалися в режимі реального часу, що збільшувало ризик аварій і поломки обладнання.

г) Технічне обслуговування було реактивним, обладнання обслуговувалося лише після того, як воно вийшло з ладу.

д) Управління даними було ручним і займало багато часу, що ускладнювало прийняття обґрунтованих рішень і покращення загального управління об'єктом.

Після:

а) Управління котлами здійснюється автоматично, система відстежує та контролює продуктивність у режимі реального часу.

б) Споживання енергії оптимізовано, що зменшує витрати та підвищує екологічність.

в) Системи безпеки контролюються в режимі реального часу, що знижує ризик аварій і поломки обладнання.

г) Технічне обслуговування є проактивним, при цьому система передбачає, коли компоненти ймовірно вийдуть з ладу, і відповідно планує технічне обслуговування.

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						14
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

д) Управління даними відбувається автоматизовано та в режимі реального часу, що дозволяє операторам приймати обґрунтовані рішення та покращувати загальне керування об'єктом.

Цей приклад демонструє, як автоматизована система керування котлами може мати значний вплив на роботу об'єкта, підвищуючи ефективність, безпеку та стійкість, одночасно знижуючи витрати та покращуючи керування даними.

1.3 Структура роботи автоматизованої котельні

Розумна система керування котлом зазвичай складається з наступних компонентів:

а) Датчики: вони використовуються для збору даних про різні аспекти роботи котлів і пов'язаних систем, таких як температура, тиск, споживання палива та викиди.

б) Контролери: ці пристрої обробляють дані з датчиків і приймають рішення на основі заздалегідь визначених правил і алгоритмів. Вони також контролюють різні аспекти роботи котлів і пов'язаних із ними систем, наприклад регулювання подачі палива та моніторинг систем безпеки.

в) Програмне забезпечення: це центральний компонент системи, який використовується для керування даними з датчиків, обробки інформації та надання аналітики та звітності в реальному часі.

г) Інтерфейс користувача: це інтерфейс, через який оператори можуть отримувати доступ до системи, переглядати дані в реальному часі та вносити необхідні налаштування. Це може бути веб-інтерфейс, мобільний додаток або спеціальна панель керування.

д) Мережева інфраструктура: це базова мережева інфраструктура, яка з'єднує різні компоненти системи, дозволяючи передавати й обробляти дані в режимі реального часу.

Датчики є основним засобом, за допомогою якого система збирає дані про котли та пов'язані системи. Ці пристрої стратегічно розміщені по всій системі та призначені для виявлення різних аспектів системи, таких як температура, тиск, споживання палива та викиди. Можна використовувати різні типи датчиків,

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						15
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

включаючи термодатчики, датчики тиску, потоку та газу, кожен з яких підходить для конкретного застосування. Дані, зібрані датчиками, передаються на контролери для обробки.

Контролери відповідають за обробку даних, зібраних датчиками, і прийняття рішень на основі заздалегідь визначених алгоритмів і стратегій керування. Вони також контролюють різні аспекти роботи котлів і пов'язаних із ними систем, наприклад регулювання подачі палива та моніторинг систем безпеки. Удосконалені алгоритми та стратегії керування використовуються для оптимізації продуктивності котлів та пов'язаних систем, гарантуючи їхню безпечну, ефективну та стійку роботу. Контролери можуть бути автономними пристроями або інтегрованими з більшою програмною платформою, залежно від потреб системи.

Програмне забезпечення є центральним компонентом інтелектуальної системи керування котлом, що забезпечує інтерфейс, через який оператори можуть керувати системою, отримувати доступ до даних у реальному часі та вносити необхідні налаштування. Програмне забезпечення може бути окремою програмою або інтегровано з більшою програмною платформою, і до нього можна отримати доступ через веб-інтерфейс, мобільний додаток або спеціальну панель керування. Програмне забезпечення забезпечує аналітику та звітність у реальному часі, дозволяючи операторам відстежувати продуктивність котлів та пов'язаних систем з часом.

Інтерфейс користувача – це інтерфейс, за допомогою якого оператори можуть отримувати доступ до системи, переглядати дані в реальному часі та вносити необхідні налаштування. Це може бути веб-інтерфейс, мобільний додаток або спеціальна панель керування. Інтерфейс користувача повинен бути інтуїтивно зрозумілим і простим у використанні, дозволяючи операторам швидко і легко отримувати доступ до необхідної інформації та вносити необхідні зміни.

Мережева інфраструктура – це базова мережа, яка з'єднує різні компоненти системи, дозволяючи передавати та обробляти дані в режимі реального часу. Це може бути дротова або бездротова мережа, яка повинна відповідати потребам системи, включаючи такі фактори, як надійність, безпека та масштабованість.

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						16
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Огляд готових рішень для автоматизації котельні

Шафа управління ШУ 3Д2 — Ел — Вд — 380 [3]



Рисунок 1.5 – Шафа управління ШУ 3Д2 [3]

Шафа управління ШУ 3Д2 — Ел — Вд — 380 має наступні функції:

– Керування навантаженням та захист від перевантажень (ОМ-310). У випадку якщо відбувається різке збільшення навантаження, прилад відключає навантаження і індидує помилку на табло.

– Вимірювання та візуалізація ряду параметрів на Завантаження:

- 1) Споживання електроенергії по фазах в Квт*год;
- 2) Діючі значення струмів по трьох фазах (А)
- 3) Діючі значення фазних U_a , U_b , U_c та лінійних U_{ab} , U_{bc} , U_{ca} напруг (В);
- 4) Повну, активну та реактивну споживану потужність навантаження (кВА, кВт, кВАр);

– Дистанційне відключення навантаження;

– СМС-повідомлення про аварійні положення на об'єкті встановлення;

Модуль вводу виводу ОВ-215:

– Облік:

- 1) Лічильник газу, води, електроенергії.

– Сигналізація:

- 1) Датчик відкриття дверей, витоку води, газу, датчик розбиття вікон, контроль мережі живлення.

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
17

– Комфорт: за допомогою допоміжних підключених датчиків тиску, температури, вологості, рівня чи освітленості можна керувати різноманітними пристроями за допомогою релейного виходу, який є в ОВ-215.

Комбінуючи вище перераховані прилади та функції, можна отримати наступні варіанти використання даної шафи:

- 1) облік електроенергії та віддалений моніторинг;
- 2) Облік Е.Е.(ОМ-310) та води (ОВ-215) для завдань водопостачання;
- 3) Віддалений моніторинг та керування насосним обладнанням по датчикам рівня чи датчикам тиску;
- 4) Захист обладнання від перевантаження по струму та напруги.

Автоматизація твердопаливної котельні ОВЕН [4]

На базі обладнання ОВЕН реалізовано проект сучасної, повністю автоматизованої котельні на твердому паливі. Проект впроваджено на підприємстві ПрАТ «СКФ Україна» (м. Луцьк), що входить до світової корпорації SKF (Швеція)(див. рис.) .



Рисунок 1.6 – Автоматизована котельня на твердому паливі [4]

В котельні встановлено три автоматичних котли LIKA KBT-2500M (потужність кожного складає 2500 КВт), які виготовлені на Житомирському Котлозаводі ТОВ «Ліка-Світ».

Обладнання котельні містить:

- чотириходові футеровані котли ретортного типу LIKA KBT-2500M;
- системи керування котлами LIKA з сенсорними панелями;
- мультициклони-утилізатори LIKA COY-3000;
- димососи LIKA Д-7,5;

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						18
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- пневматичні системи видалення сажі з компресорами, що керуються безпосередньо автоматикою котла;
- системи автоматичного золовидалення з котлів та мультициклонів-утилізаторів.

У якості палива використовуються пелети з відходів деревообробних виробництв та переробки соняшнику. Паливо в котли подається в автоматичному режимі зі стаціонарного сховища палива за допомогою шнекових транспортерів ЛІКА СПТ-115.

Список обладнання ОВЕН, що використано в проєкті:

- ПЧВ204-11К-В;
- ЛПО2;
- СП307-Р;
- ПР200-24.2.2.0;
- ПРМ-24.1;
- ПД100-ДИ1,0-111-1,0;
- ПД100-ДИВ0,0005-811-1,5;
- БП30Б-Д3-24[М01] ;
- ДТПК125-0914.800.1;
- ДТС065-РТ1000.В3.60.

Автоматизована система керування котельнею СВ АЛЬТЕРА [5]

Опис технологічного процесу. Типова котельна станція складається, як мінімум, з двох котлоагрегатів, що забезпечують нагрівання води, що циркулює у робочому контурі. Триходовий кран, встановлений на вході контуру споживача, забезпечує регулювання температури води згідно з уставкою, що розраховується залежно від температури зовнішнього повітря. Під час штатної роботи працює один котел. Перемикання між котлами відбувається відповідно до часу напруцювання або у разі відмови працюючого котла.

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						19
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

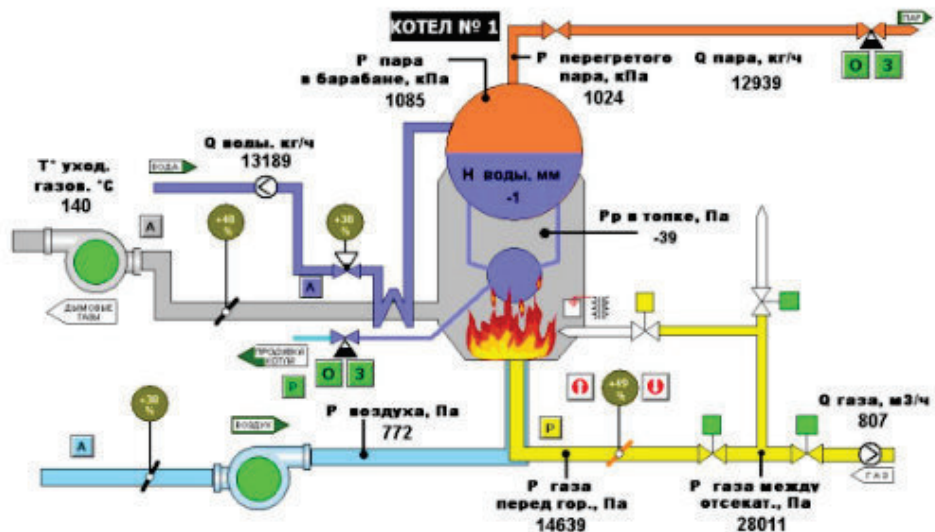


Рисунок 1.7 – Функціональна схема АСУ [5]

Опис системи автоматизації. Цей проект реалізується на спільному інтегруванні технічних засобів автоматизації та програмного забезпечення, що дозволяє здійснювати експлуатацію котельні без постійної участі обслуговчого персоналу. Усі технологічні параметри, сигнали про поточний стан обладнання котельні, у тому числі сигнали про несправності, заносяться до журналів диспетчерського пункту оператора, яким може виступати як персональна робоча станція (ПК), так і НМІ-панель.

АСУ поділяється на підсистему захисту, що включає пристрої сигналізації, та підсистему регулювання, що включає пристрої керування. Регулювання забезпечує оптимальний режим горіння за рахунок підтримки відповідного розрідження в топці та витрати (тиску) повітря, необхідної температури води, тиску/витрати тепломережі. Підсистема безпеки забезпечує запобігання аваріям при порушенні нормального режиму роботи котлів.

Система автоматизації відповідає таким критеріям:

- висока надійність;
- можливість включення до складу існуючої АСК підприємства;
- наочний та повнофункціональний інтерфейс оператора;
- використання сучасних технічних засобів;
- зниження експлуатаційних витрат.

Функції системи. Ручний запуск котла з контролем наступних параметрів:

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						20
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- обов'язкова робота димососа та вентилятора при розпалюванні;
- наявність полум'я на пальнику після розпалу.

Автоматичне та ручне регулювання навантаження за температурою води на виході (для водогрійних котлів) або тиску пари (для парових) шляхом керування шиберами вентилятора та газової заслінки (або клапана великого горіння);

Автоматичне або ручне регулювання розрідження в топці шляхом керування шибером димососа;

Автоматичне або ручне регулювання рівня в барабані парового котла шляхом керування живильним насосом;

Автоматичний захист та зупинка котла при виникненні аварійних ситуацій;

Автоматичне перемикання роботи котлоагрегатів відповідно до заданого розкладу або у разі аварійної зупинки одного з них;

Дистанційне управління регулюючими виконавчими механізмами;

Реалізація АРМ оператора з візуальним відображенням ходу технологічного процесу на екрані ПК або панелі, а саме:

- показань датчиків у цифровому вигляді;
- стану виконавчих механізмів;
- попереджувальних повідомлень про аварійні ситуації в технологічному процесі;
- забезпечення системи паролів та розмежування прав доступу обслуговуючого персоналу;
- видання друкованих звітів у заданих формах;
- ведення журналу всіх дій оператора та подій системи;

Для здійснення оперативного керування агрегатом у ручному режимі (аварійні ситуації) передбачається встановлення елементів керування виконавчими механізмами у шафах керування;

Виконання алгоритмів аварійного захисту котла за таких умов:

- різка зміна тиску газу;
- зниження тиску повітря;
- зниження тяги;
- вихід температури води за аварійні межі;

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						21
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зникнення полум'я пальника;
- припинення роботи димососу;
- зупинки дутьового вентилятора.

Аварійний захист передбачає закриття клапана аварійного відсічення газу, продування котла, видачу відповідного повідомлення оператору та задіяння звукової сигналізації. Стан усіх сигналів датчиків-реле, що використовуються в системі, дублюється на операторських мнемосхемах, при цьому порушення аварійних/попереджувальних меж параметрів супроводжується додатковим підсвічуванням їх значень у місцях відображення (миготіння).

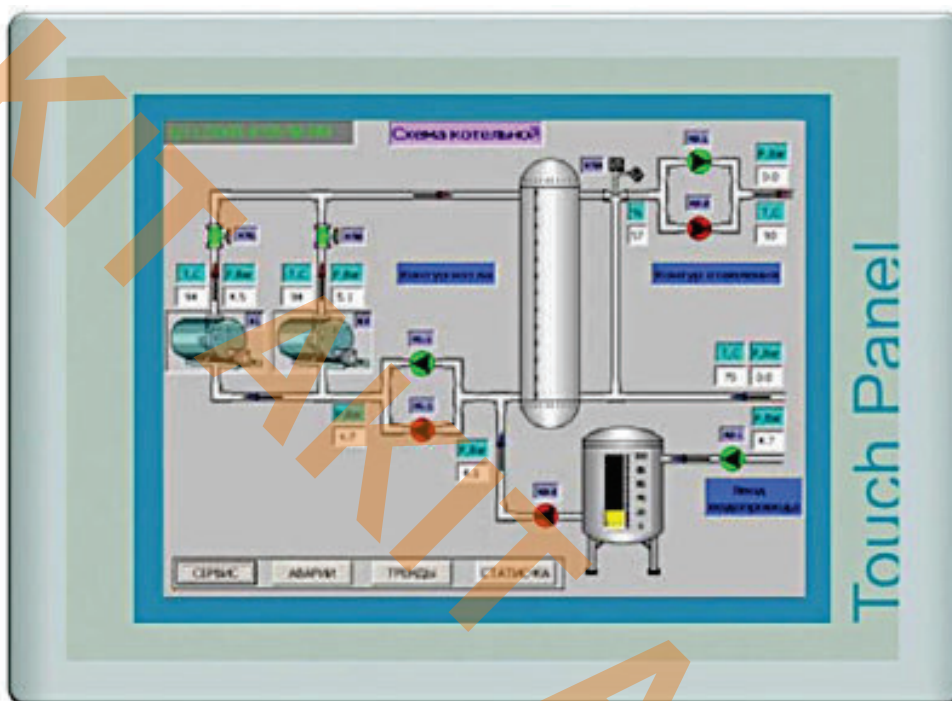


Рисунок 1.8 – Дисплейна мнемосхема оператора [5]

Склад системи. На нижньому рівні використовується PLC VIPA 200V з набором модулів вводу-виводу (до 20 аналогових та 32 дискретних параметрів, а також 25 аварійних), у якому реалізуються всі функції регулювання. Місцеве керування та завдання уставок здійснюється з панелі оператора VIPA OP03, яка встановлюється на передніх дверях шафи. Керування вентиляторами здійснюється за допомогою частотних перетворювачів Lenze 8200Vector.

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Верхній рівень реалізується на базі панелі оператора із сенсорним екраном 12” VIPA TP 612C або звичайного офісного комп'ютера. Для візуалізації використовується SCADA zenon.



Рисунок 1.9 – Шафи управління [5]

Застосовуване обладнання



Програмовані логічні контролери VIPA 200V



Панель оператора 603-1OP10



SCADA-система zenon

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						23
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



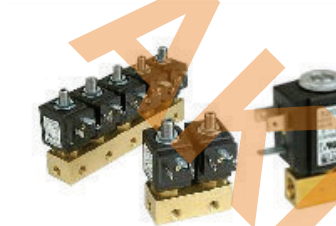
Засоби програмування ПЛК VIPA



Перетворювачі частоти Lenze 8200 Vector



Датчики та первинні перетворювачі



Запірно-регулюючі клапани



Органи апаратного керування



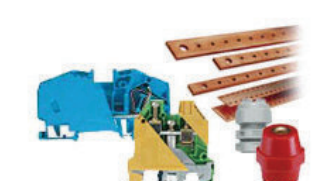
Індикатори



Комутаційне обладнання



Устаткування захисного відключення



Монтажні аксесуари

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						24
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Шафи електромонтажні

Автоматизована система керування котельнею ПТВМ-30 [6]

Схема автоматизованої системи керування котельнею ПТВМ -30 структурно складається із 6 щитів:

- щит живлення;
- комунікаційний;
- щит керування допоміжним обладнанням;
- 3 щити керування окремими котлами.

Кожен щит містить програмований логічний контролер (ПЛК), панель оператора, модулі вводу/виводу виробництва компанії ОВЕН.

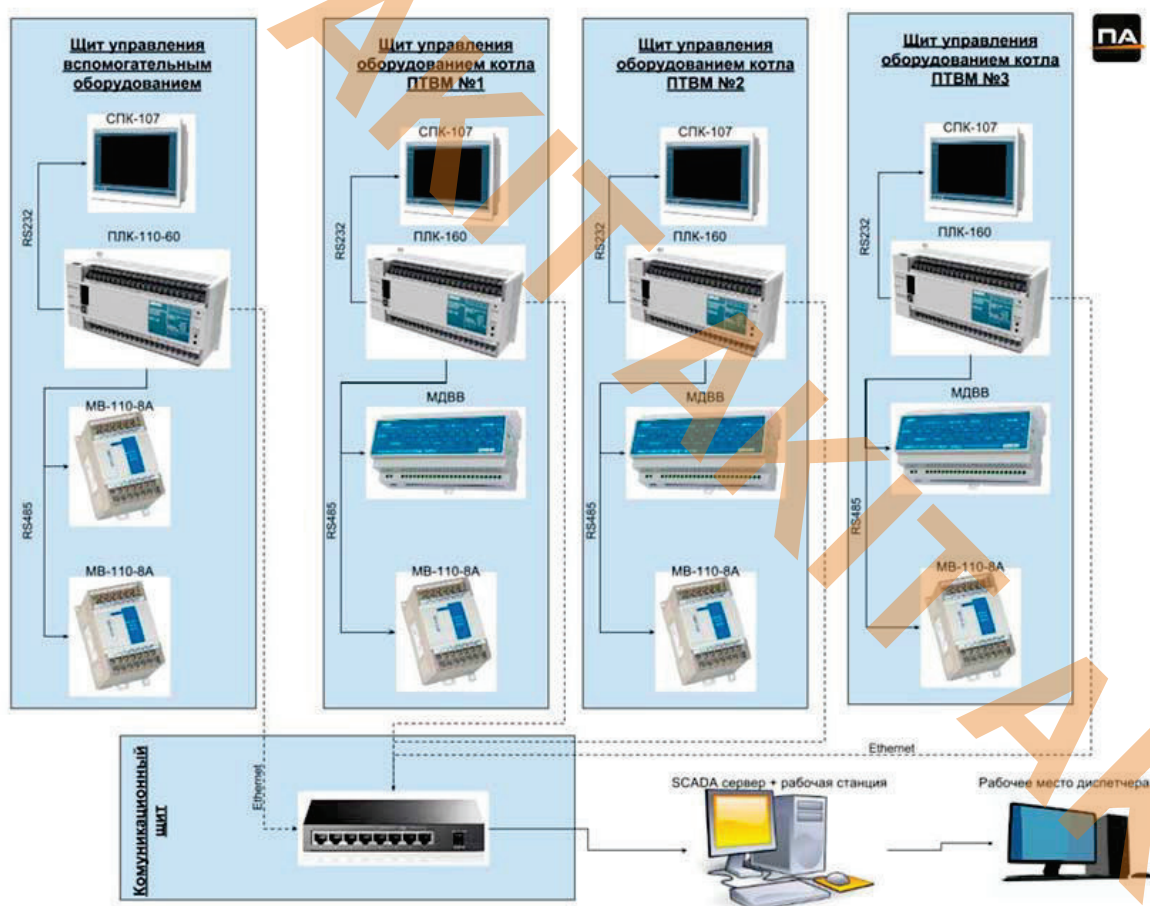


Рисунок 1.10 – Структурна схема автоматизованої системи керування котельнею ПТВМ -30 [6]

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
25

Фахівці компанії «Промавтоматика Вінниця» розробили проектну документацію, програми для ПЛК, що керують обладнанням, програми для сенсорних панелей, що відображають процеси, а також програмне забезпечення для SCADA сервера, який розміщується в кімнаті оператора та виконує функції архівування параметрів ходу технологічних процесів, відображення аварійних повідомлень для контролювання всіх параметрів: тиску, температури, кількості газу, що споживається, вмісту кисню, стану обладнання. Оператор стежить за показниками, а також їх застосуванням у режимі реального часу. Крім того, система пов'язана з робочим місцем диспетчера, який контролює стан теплових мереж міста - будинків, котельних та ін.

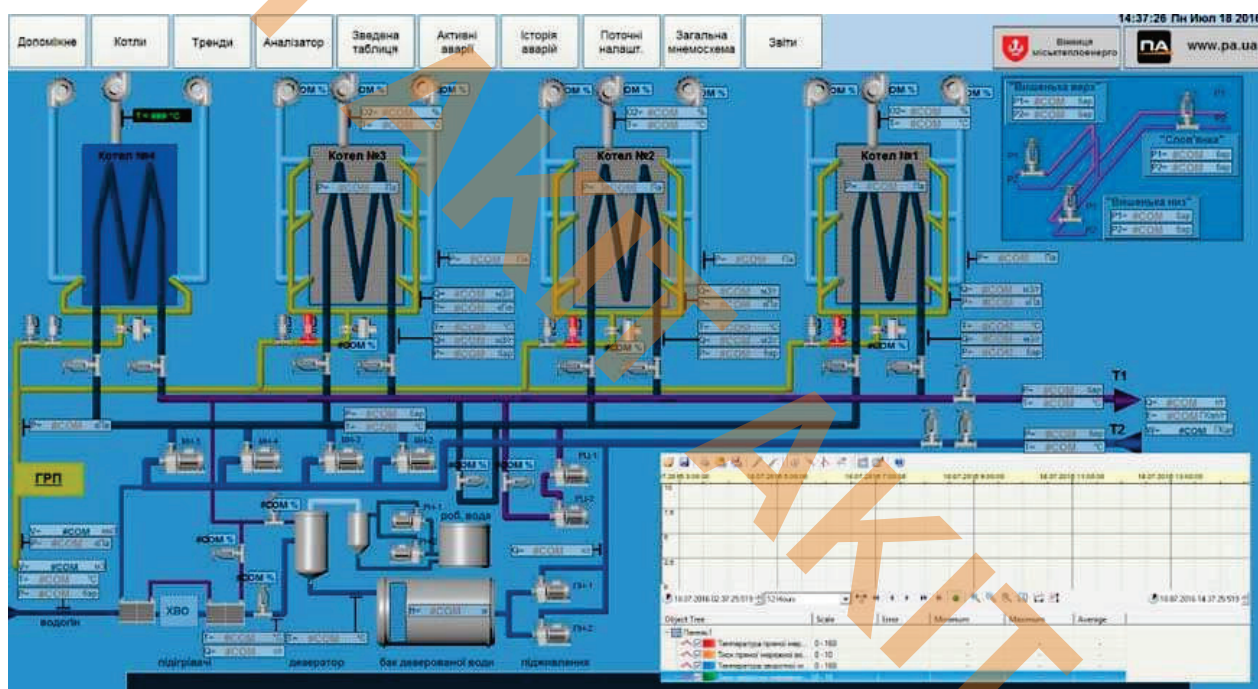


Рисунок 1.11 – Мнемосхема головного екрану SCADA системи АСК ТП котельні [6]

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

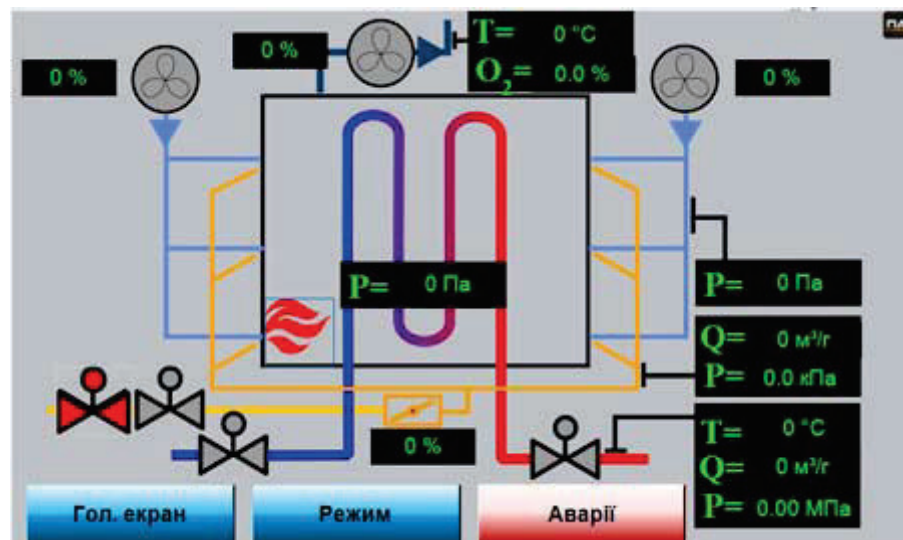


Рисунок 1.12 – Зображення мнемосхеми панелі на щиті керування котлом [6]

У ході модернізації системи керування котельні було проведено заміна систем керування котлів, більшість вимірювальних пристроїв та часткова заміна виконавчих механізмів, а також встановлено нові перетворювачі частоти для керування вентиляторами та димососами. Завдяки цьому відбулося оновлення всього парку засобів автоматизації, тому система стала надійнішою та економічною за рахунок точного підтримання роботи котлів та допоміжного обладнання.

Основними компонентами системи є контролери та модулі дистанційного збору даних виробництва ОВЕН. SCADA сервер реалізовано із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення.

Результатом розроблення стала система керування, яка дозволяє керувати горінням котлів, насосами, димососами, вентиляторами тощо.

Список обладнання ОВЕН, що використано у проекті:

ПЛК110-60 - 1шт.

ПЛК160 - 3шт.

МВ110-8А - 6шт.

МДВВ - 3шт.

2ТРМ1-Д-У-Р - 3шт.

ПД100 - 15шт.

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк. 27
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДТС-100М - 9шт.

БП60Б- 8шт.

БКК1 - 2шт.

ИТП-11 - 9шт.

Автоматизація парових котельнь, паливо – лузга соняшника [7]

Проектом автоматизації котельні передбачено автоматизацію парових котлів та загальнокотельного обладнання: деаератора, баків запасу води та конденсату, управління насосами, системи паливоподачі.

Автоматизація реалізована на базі логічних промислових програмованих контролерів марки WAGO (Німеччина) PFC200 з виводом інформації на сенсорні Web-панелі e!DISPLAY 7300T, діагональ 10.1" для візуалізації та управління (рис. 1.13).

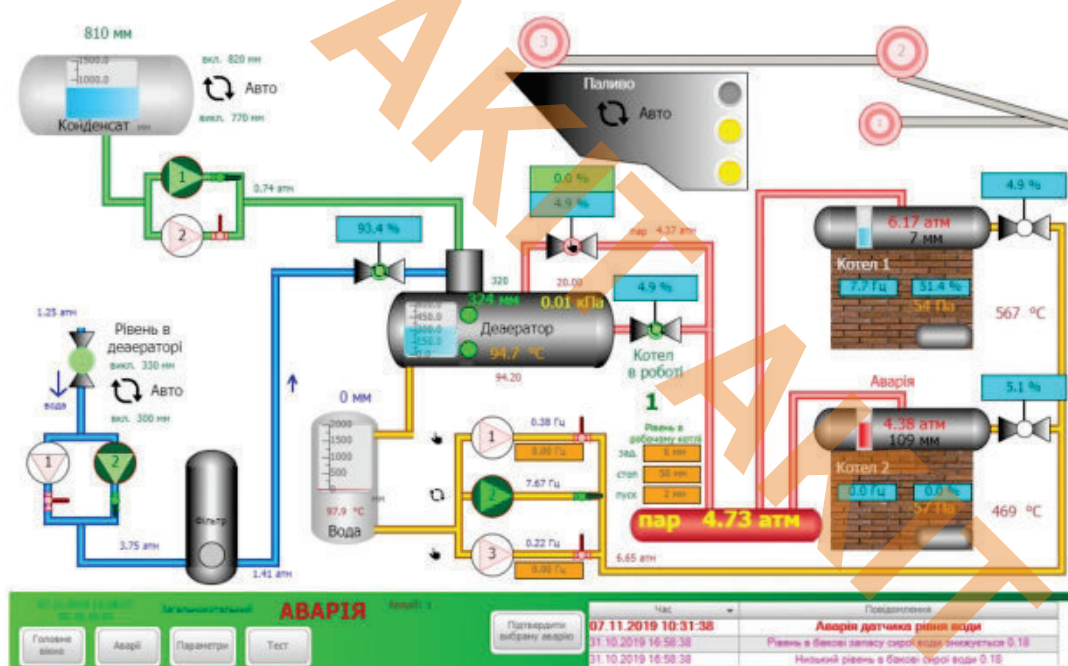


Рисунок 1.13 – Структурна схема [7]

Автоматизація котла передбачає:

1. Автоматичне підтримання заданого тиску пари в котлі, шляхом регулювання швидкості обертів шнека подачі палива за допомогою перетворювача частоти.

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						28
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Автоматичне підтримання заданого рівня води в барабані котла, управляючи клапаном подачі живильної води в котел, плавне регулювання сигналом 0...10В.

3. Автоматичне підтримання тиску повітря на горіння пропорційно до обертів шнека палива відповідно до співвідношення паливо-повітря, визначеного в результаті режимної наладки, шляхом управління обертами двигуна вентилятора за допомогою перетворювача частоти.

4. Автоматичне підтримання заданого розрідження в топці котла, шляхом управління обертами двигуна димососа через перетворювач частоти.

5. Відображення на екрані панелі всіх параметрів роботи котла від датчиків та приладів, передбачених проектом: тисків, температур, поточну частоту двигунів, рівень, розрідження та ін.

6. Відображення на екрані попереджувальних повідомлень з видачею попереджувального (преривистого) звукового сигналу при наближенні параметрів до аварійних.

7. Відображення на екрані аварійних повідомлень при яких відбувається автоматичне припинення подачі палива на пальник, видача звукового сигналу та включення лампи аварії при:

погасання полум'я в топці котла під час автоматичної роботи;

високий тиск пари в котлі;

низьке розрідження в топці котла;

низький рівень води в барабані котла;

високий рівень води в барабані котла;

відсутність палива в бенкері запасу палива.

8. Всі аварійні зупинки фіксуються з запам'ятовуванням до підтвердження оператором, ведеться журнал аварій.

9. Автоматичне підтримання рівня палива в бункері запасу палива включенням та виключенням транспортеру палива по сигналам ротаційних датчиків рівня в бункері.

10. Ручне та автоматичне управління всіма виконуючими механізмами, двигунами.

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						29
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Екстренна аварійна зупинка котла натисканням грибковидної кнопки з фіксацією, винесеною на передні двері щита управління котлом.

12. Передбачені окремі вікна для наладчика з доступом по паролю для ручного управління, наладки регуляторів, встановлення уставок аварійних та попереджувальних параметрів.

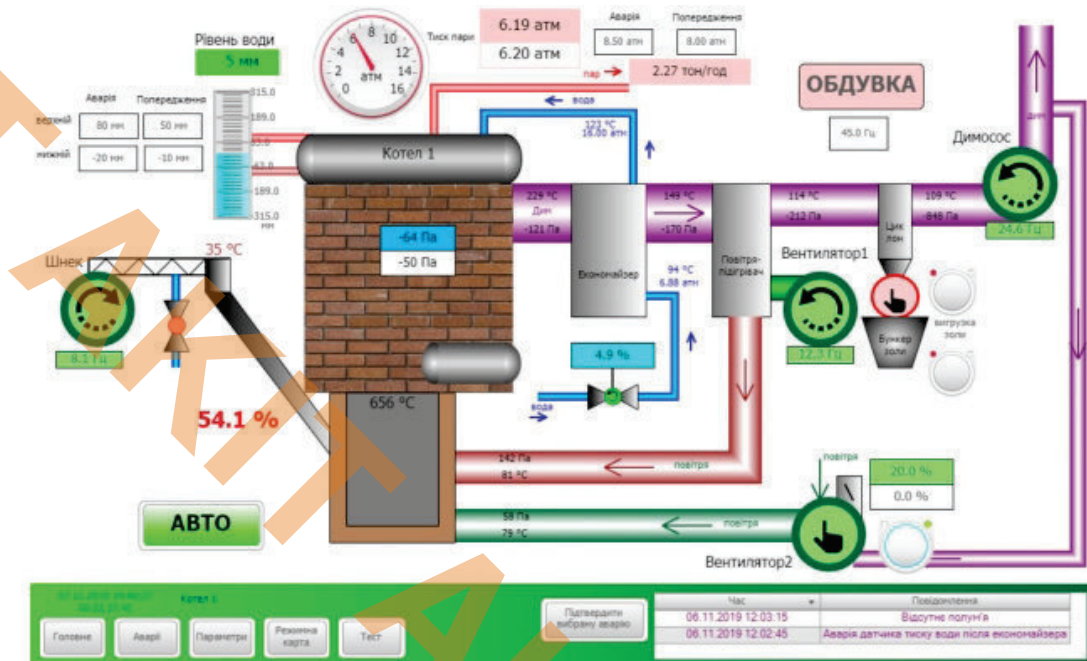


Рисунок 1.14 – Зображення мнемосхеми керування котлом [7]

Автоматизація загальнокотельного обладнання передбачає:

1. Автоматичне плавне регулювання рівня в деаераторі.
2. Автоматичне регулювання температури та тиску в деаераторі.
3. Автоматичне регулювання рівня в баках запасу води та конденсату.
4. Відображення всіх параметрів (тисків, рівнів, температур...) на екрані сенсорної панелі.
5. Управління всіма насосами та клапанами з панелі оператора та індикації їх поточного стану (включено, виключено, аварія, відсоток відкриття).
6. Виведення на екран та запис в журнал всіх аварійних повідомлень з видачею звукового та світлового сигналу аварії:

Низький рівень в деаераторі;

Високий рівень в деаераторі;

Висока температура в деаераторі;

Високий тиск в деаераторі;

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
30

Аварійна зупинка насосів.

7. Вивидення на екран панелі попереджувальних повідомлень про роботу обладнання.

8. Аварійна зупинка всіх котлів котельні натисканням кнопки з фіксацією на дверцях щита загальнокотельного обладнання.

9. Можливість переходу на Web-панелі щита загальнокотельного обладнання на web-візуалізацію будь-якого котла для дистанційного моніторингу та управління котлом.

Проектом передбачено підключення всіх контролерів до SCADA-системи на персональному комп'ютері, що дає змогу вести архівування параметрів, вести розширений журнал роботи котельні, журнал дій оператора, отримувати інформацію про всю роботу котельні на одному екрані та вести управління всією котельною з одного робочого місця, архівувати та складати звіти по витратах (пар, вода, паливо).

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						31
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМ

2.1 Створення алгоритму роботи

Алгоритми створення відіграють вирішальну роль у проектах автоматизації, оскільки вони допомагають автоматизувати створення складних і повторюваних завдань. Автоматизуючи ці завдання, організації можуть заощаджувати час і ресурси, звільняючи співробітників від зосередження на більш важливих і цінних видах діяльності.

Крім того, алгоритми створення можуть підвищити точність і послідовність у виробництві товарів і послуг. Вони допомагають зменшити ризик людської помилки та гарантують, що продукти щоразу виготовляються відповідно до однакових специфікацій.

У виробництві алгоритми створення можна використовувати для оптимізації графіків виробництва та мінімізації простоїв, що призводить до підвищення ефективності та економії коштів. В інших галузях, таких як фінансові послуги, алгоритми створення можна використовувати для автоматизації повторюваних адміністративних завдань і покращення взаємодії з клієнтами.

Загалом, використання алгоритмів створення дозволяє організаціям оптимізувати свою діяльність, підвищити конкурентоспроможність і досягти більшої ефективності та продуктивності. Використовуючи передові технології, організації можуть створити нові можливості для зростання та інновацій, позиціонуючи себе для досягнення успіху в дедалі більш конкурентному та швидко мінливому бізнес-середовищі.

Підсумовуючи, алгоритми створення є важливими для будь-якої організації, яка прагне автоматизувати свої операції та залишатися на випередженні. Використовуючи ці алгоритми, організації можуть підвищити ефективність, підвищити точність і випередити конкурентів.

Розробка алгоритму роботи. Розробка системи керування котлом є найважливішою задачею при проектуванні комплексної системи керування котельні і здійснюється паралельно з розробкою структурної схеми.

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						32
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спочатку проводиться ініціалізація, а потім введення інформації з датчиків. Дані обробляються контролером, який визначає режим роботи і керує виконавчими механізмами. При зміні користувачем параметрів на сенсорній панелі, контролер обробляє отриману інформацію і реагує відповідно.

На основі алгоритму створено програму, яка наведена в додатку (додаток А).

Алгоритм автоматизованої системи керування котлом включає наступні блоки (рис. 2.1):

а) Ініціалізація: система запускається з ініціалізації всіх датчиків і виконавчих механізмів і встановлення зв'язку з іншими компонентами системи.

б) Моніторинг: система постійно контролює роботу котлів та інших критичних систем за допомогою датчиків. Ці дані збираються та обробляються в режимі реального часу.

в) Аналіз: система аналізує дані, зібрані з датчиків, щоб виявити будь-які аномалії, такі як зміни температури, тиску чи інших параметрів.

г) Прийняття рішень: на основі результатів аналізу система приймає рішення про те, як контролювати котли та інші критичні системи. Це може включати регулювання температури, тиску або інших параметрів для оптимізації продуктивності та ефективності.

д) Керування: система реалізує керуючі дії, надсилаючи команди виконавчим механізмам, таким як клапани, насоси або інші елементи керування.

е) Прогнозне технічне обслуговування: система використовує дані з датчиків і історичні записи про технічне обслуговування, щоб передбачити, коли компоненти ймовірно вийдуть з ладу. Ця інформація використовується для планування профілактичного обслуговування та скорочення часу простою.

ж) Звітність: система створює звіти про продуктивність котлів та інших критичних систем, включаючи споживання енергії, викиди та інші ключові показники. Ця інформація використовується для прийняття обґрунтованих рішень і покращення загального управління об'єктом.

з) Повторення: система безперервно повторює процеси моніторингу, аналізу, прийняття рішень, контролю, прогнозного технічного обслуговування та

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						33
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

звітності, забезпечуючи моніторинг і контроль роботи котлів та інших критичних систем у реальному часі.

Цей алгоритм забезпечує загальний огляд ключових компонентів системи автоматизованого керування котлом. Конкретні деталі та реалізація системи залежатимуть від конкретних потреб і вимог закладу, але цей алгоритм забезпечує загальну структуру, яку можна адаптувати для задоволення цих потреб.

Спочатку проводиться ініціалізація, а потім введення інформації з датчиків. Дані обробляються контролером, який визначає режим роботи і керує виконавчими механізмами. При зміні користувачем параметрів на сенсорній панелі, контролер обробляє отриману інформацію і реагує відповідно.

Давайте детальніше розглянемо кожен крок алгоритму:

а) Ініціалізація: цей крок передбачає налаштування системи та встановлення зв'язку між різними компонентами, такими як датчики та виконавчі механізми. Це може включати налаштування параметрів мережі, підключення до джерела живлення та налаштування протоколів зв'язку.

б) Моніторинг: на цьому етапі система постійно збирає дані від датчиків, які контролюють котли та інші критичні системи. Ці дані обробляються в режимі реального часу, забезпечуючи актуальне уявлення про продуктивність котлів та інших систем.

в) Аналіз: Дані, зібрані з датчиків, аналізуються для виявлення будь-яких аномалій або змін у продуктивності котлів та інших систем. Цей аналіз може включати статистичний аналіз, алгоритми машинного навчання або інші методи для виявлення шаблонів і тенденцій у даних.

г) Прийняття рішень: на основі результатів аналізу система приймає рішення про те, як контролювати котли та інші системи. Це може включати регулювання температури, тиску або інших параметрів для оптимізації продуктивності та ефективності. У процесі прийняття рішень можуть враховуватися такі фактори, як споживання енергії, викиди та інші чинники навколишнього середовища.

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						34
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

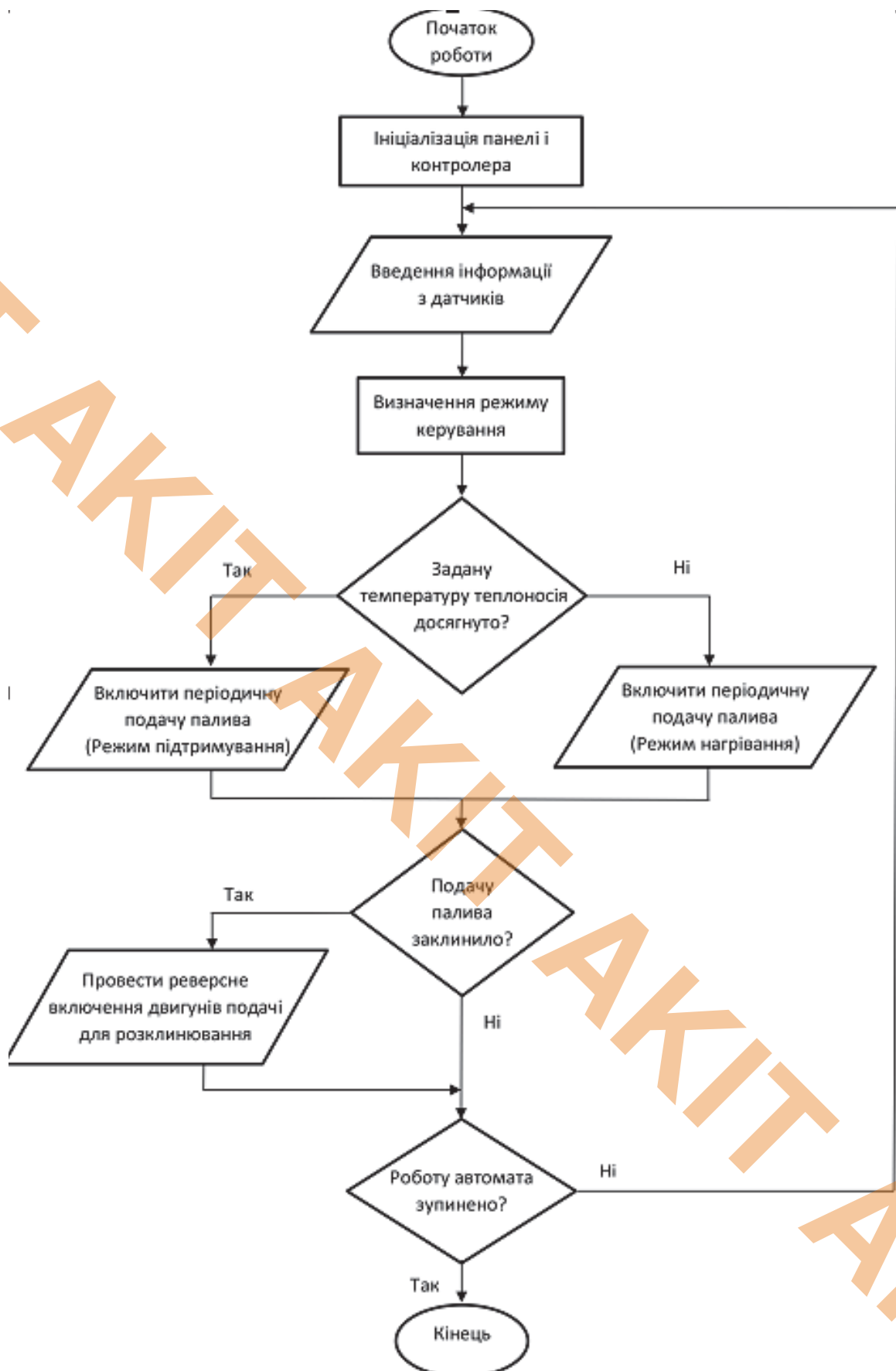


Рисунок 2.1 – Алгоритм роботи автоматизованої системи керування котельні.

д) Керування: на цьому кроці система реалізує керуючі дії, надсилаючи команди приводам, таким як клапани, насоси або інші елементи керування. Система також може використовувати зворотний зв'язок від приводів для регулювання параметрів керування, забезпечуючи оптимальну роботу котлів та інших систем.

е) Прогнозне технічне обслуговування. Аналізуючи дані з датчиків і попередні записи про технічне обслуговування, система може передбачити, коли компоненти ймовірно вийдуть з ладу. Ця інформація використовується для планування профілактичного обслуговування та скорочення часу простою. Система також може виявляти потенційні проблеми до того, як вони стануть критичними, дозволяючи раннє втручання та знижуючи ризик збою системи.

ж) Звітність: система створює звіти про продуктивність котлів та інших систем, включаючи споживання енергії, викиди та інші ключові показники. Ця інформація використовується для прийняття обґрунтованих рішень і покращення загального управління об'єктом. Звіти також можуть містити попередження або сповіщення про будь-які проблеми, які потрібно вирішити.

з) Повторення: система постійно повторює процеси моніторингу, аналізу, прийняття рішень, контролю, прогнозного обслуговування та звітності, забезпечуючи моніторинг і керування котлами та іншими системами в реальному часі. Це гарантує оптимальну роботу котлів та інших систем і своєчасне вирішення будь-яких проблем.

Даний алгоритм забезпечує комплексний підхід до автоматизації роботи котельні та інших відповідальних систем. Завдяки безперервному моніторингу роботи котлів та інших систем, прийняттю рішень на основі аналізу даних і впровадженню керуючих дій система забезпечує високий рівень ефективності, надійності та безпеки.

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						36
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Створення структурної та функціональної схем

Згідно алгоритму роботи автоматизованої системи керування котельною складемо функціональну схему обладнання, яка складається з блоків, що виконують певні функції керування системою та пов'язані між собою (рис. 2.2).

Дані від сенсорів об'єднані в систему обробки даних, якою керує промисловий контролер. Він також містить в собі систему керування за допомогою дискретних виходів. Сигнали, що приймає контролер, передаються в сенсорну панель Weintek. Панель відповідає за відображення даних з датчиків, а також містить систему вводу вхідних даних для керування параметрами всієї системи.

Автоматизована система містить: індуктивні датчики руху приводів ворухителя і шнека подачі твердого палива, датчик температури PT100, що підключений до терморегулятора E5CSV, який в свою чергу сигналізує контролеру про досягнення заданої температури теплоносія. Керування електроприводами ворухителя і шнека здійснюється через проміжне реле за допомогою дискретних виходів Y0, Y1 контролера Haiwell. Після отримання даних від індуктивних сенсорів руху приводів (дискретні входи X0, X1 контролера), контролер приймає рішення чи заклинило подачу палива, і якщо так, то включається реверс на приводах шнека і ворухителя для розклинювання подачі палива [8, 9].

Коли терморегулятор сигналізує контролеру через дискретний вхід X2, що досягнуто установлену користувачем температуру теплоносія, відбувається керування за режимом підтримання температури, параметри якого задаються з сенсорної панелі. Коли ж установлену температуру ще не досягнуто, то керування процесом подачі палива йде у режимі активного нагрівання теплоносія.

Параметри цих режимів у формі часових інтервалів подачі паузи задаються і відображаються також на сенсорній панелі.

Також на екрані сенсорної панелі відображаються поточні стани сенсорів, а також присутня клавіша включення і зупинки процесу автоматичного керування котлом. Всі внесені параметри процесу запам'ятовуються в пам'яті контролера, звідки вичитуються і по протоколу Modbus через порт RS485 контролера [10].

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						37
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Структурна та функціональна схеми автоматизованої системи керування котельні представлена в додатках (додаток А та Б).



Рисунок 2.2 – Структурна схема автоматизованої системи керування котельні.

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
38

3. СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ТА ПІДБІР СКЛАДОВИХ СИСТЕМИ

3.1 Промисловий контролер

Промислові контролери можна поділити на кілька підгруп:

- ПЛК програмований логічний контролер;
- розподільча керуюча система;
- Контролер на базі РС-технології.

Промисловий контролер - це пристрій, основним призначенням якого є збір, обробка, перетворення, зберігання інформації та вироблення на підставі даних команд управління. Створені вони на базі мікропроцесорів, і здатні працювати в локальних або розподілених системах відповідно до встановленого завдання. Завдяки гнучкості ПЛК, для кожного замовника знайдеться рішення, малопотужні або високошвидкісні ПЛК забезпечать рішення в будь-якій задачі.

ПЛК було створено для заміни релейно-контактних схем управління, які виготовлялися на дискретних компонентах — таймерах, лічильниках, реле та елементах жорсткої логіки. Промислові контролери відрізняються від релейних схем. ПЛК всі функції реалізовані мікропроцесором програмно. Один контролер здатний вмістити у собі функцію тисячі пристроїв жорсткої логіки. При цьому якість, швидкість і надійність ніяк не залежить від складності. Застосовуватись ПЛК можуть у будь-якій галузі промисловості.

Як правило, промисловий контролер складається з двох частин, процесорний модуль і система вводу. Процесор керує всією логікою ПЛК, а до модулю вводу/виводу підключаються реле, пускачі і різні датчики. Також він забезпечує зв'язок між процесором, інформаційними входами та керуючим модулем вихідних сигналів. Завдяки науковому прогресу ПЛК має широкий спектр функцій, не обмежений практично нічим.

У цій системі використовується промисловий логічний контролер Haiwell T24S2P-е (рис. 3.1) з безкоштовним середовищем розробки HaiwellHappy.

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						39
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 – Контролер Haiwell T24S2P-e

Його характеристики:

Точки вводу/виводу: 16DI/8DO, Транзистор PNP

Пам'ять програм: 48К кроків

Швидкодія: Час виконання інструкції 0.05 мкс

Інтерфейси: 1xEthernet, 1xRS232, 1xRS485

Протокол: Modbus TCP, Haiwellbus TCP, Modbus RTU/ASCII, Haiwellbus High Speed Protocol, Freedom Protocol

Схема зовнішніх клем для підключення цифрових входів\виходів та живлення і зв'язку (рис. 3.2).

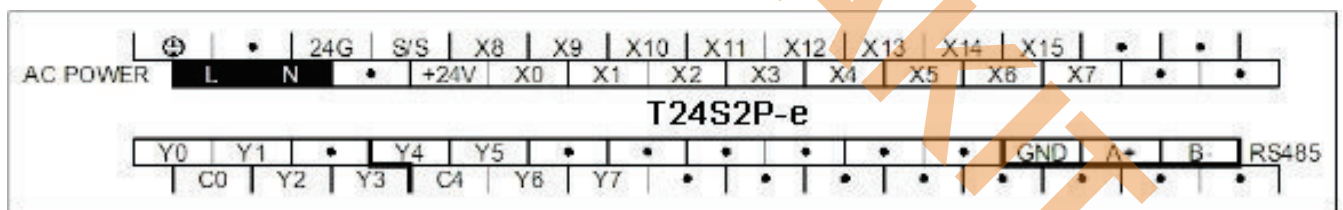


Рисунок 3.2 – Схема зовнішніх клем

Схема підключення цифрового виходу (DI) – рисунок 3.3, цифрового виходу (DO) рисунок 3.4.

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

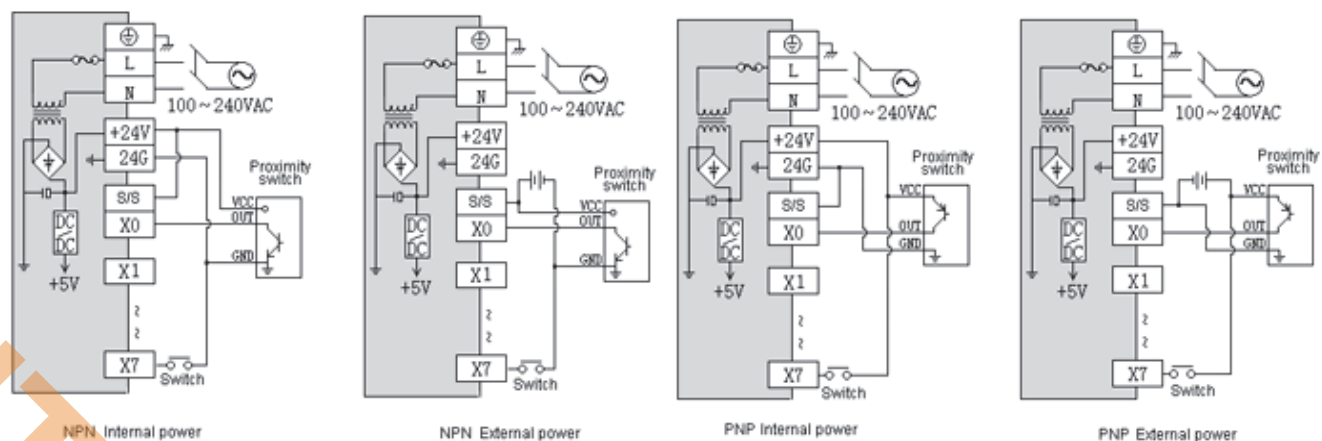
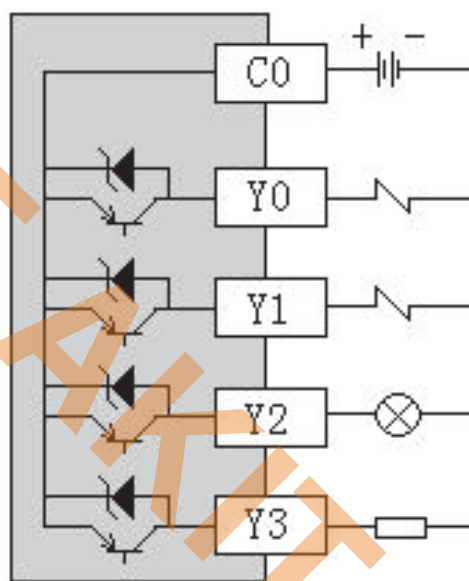


Рисунок 3.3 – Схема підключення цифрового виходу (DI)



DC PNP Transistor output

Рисунок 3.4 – Схема підключення цифрового виходу (DO)

Головне вікно середовища HaiwellHappy для розробки програмного забезпечення контролерів Haiwell.

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

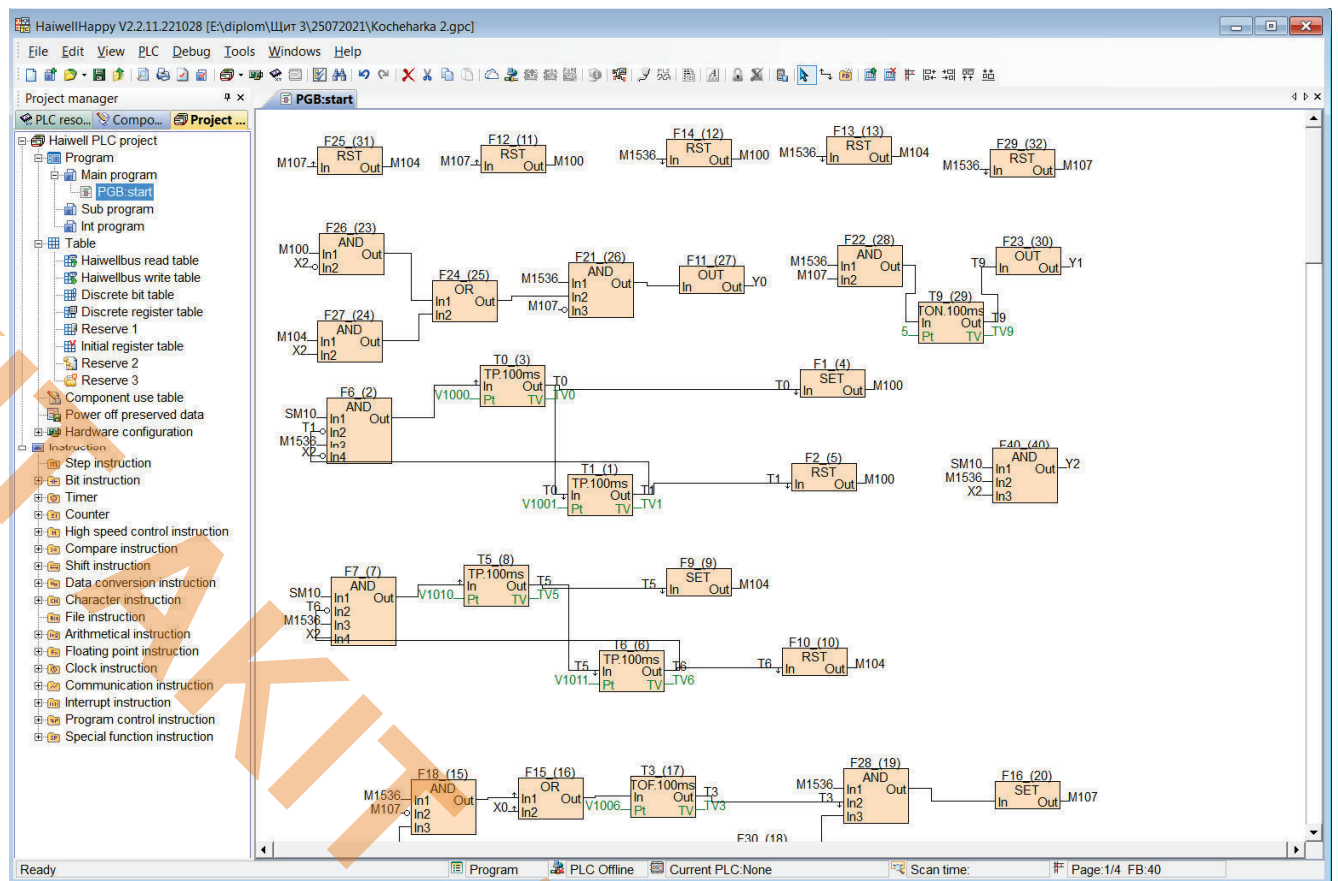


Рисунок 3.5 – Головне вікно середовища HaiwellHappy

Вікно середовища HaiwellHappy в режимі емуляції роботи програмного забезпечення контролерів Haiwell.

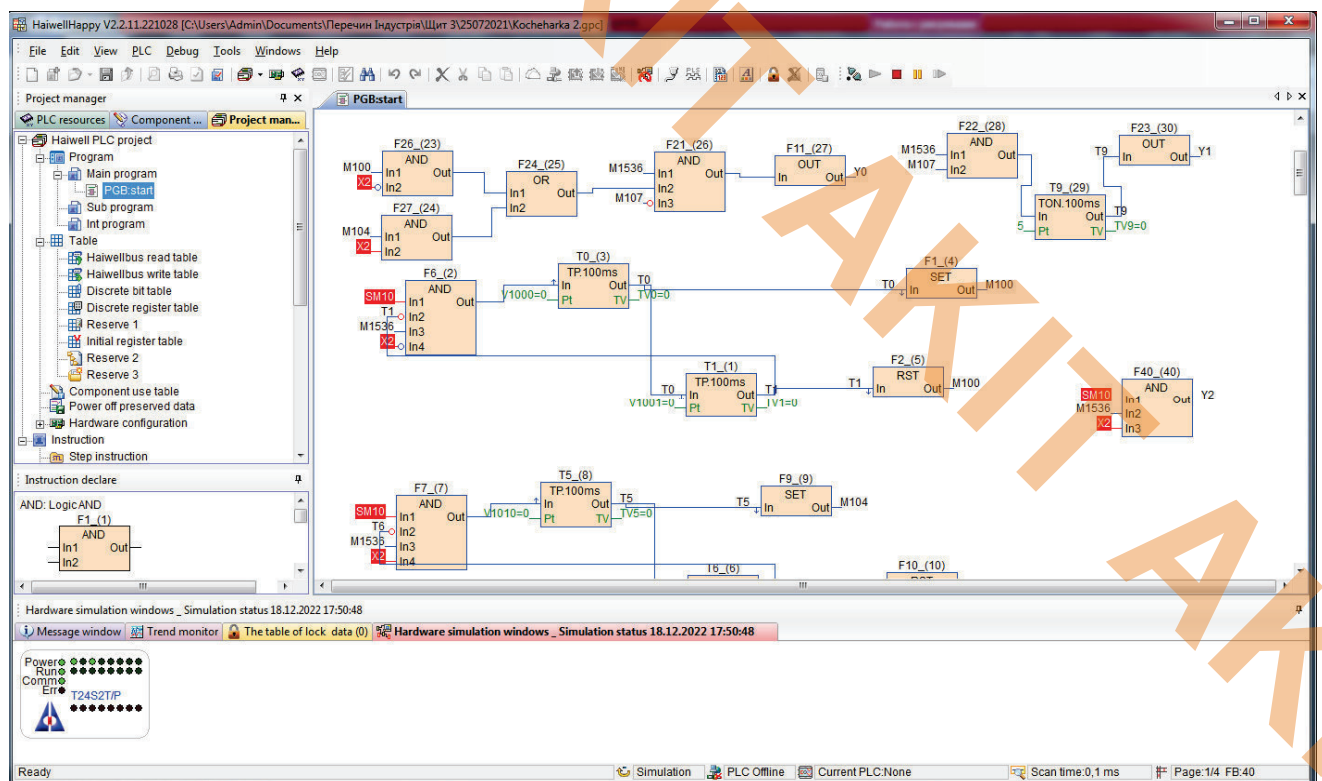


Рисунок 3.6 – Вікно середовища HaiwellHappy в режимі емуляції

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
42

3.2 Сенсорна панель оператора.

Для забезпечення можливості зручної взаємодії людини з системою автоматизації служить панель оператора, яка є пристроєм введення-виведення інформації, і тим самим є головним засобом людино-машинної взаємодії. Найчастіше панель оператора буває пов'язана з одним або декількома контролерами.

Панель оператора програмується спеціально під кероване обладнання так, щоб оператор міг легко вибрати режим роботи системи, ввести параметри для управління обладнанням, контролювати робочий процес, і отримувати інформацію як про стан системи, так і про попередні стани (можливе збереження даних). Крім того, панель оператора дозволяє вчасно виявити аварію чи несправність. Пов'язаний із панеллю контролер здійснює автоматичне управління, будучи з'єднаний з панеллю через сучасний інтерфейс. Так, панелі оператора знаходять найширше застосування у промисловості, у медичній сфері, у системах автоматизованого управління будинками тощо.

Панель та контролери автоматичних систем управління технологічними процесами (АСУ ТП) з'єднуються за допомогою інтерфейсних кабелів, а дисплей відображає у віртуальному вигляді сигналізуючі та керуючі елементи, мнемосхеми, - загалом все те, що входить у функціонал конкретного пристрою (панелі). Панель оператора унеможливорює встановлення великої кількості кнопок, індикаторів, перемикачів, табло, і займає при цьому дуже мало місця, виходить свого роду багатофункціональний операторський пульт. У комплект входить спеціалізоване програмне забезпечення.

Сьогодні на ринку операторських панелей є великий вибір пристроїв різного виконання, проте розділити їх можна на такі види:

- панелі оператора графічні;
- панелі оператора сенсорні;
- панелі оператора текстово-графічні із клавіатурою;
- панелі оператора логічні сенсорні.

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						43
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Виходячи з параметрів системи тут використано панель оператора Weintek MT6050i, 4.3"



Ось її характеристики:

Діагональ 4.3"

Роздільна здатність - 480x272

Кольоровість - 65536

Тип сенсорного екрану - 4х провідний резистивний

Яскравість екрана - 500 кд/м2

Контрастність - 600:1

Підсвічування LED

Час напрацювання на відмову підсвічування, годин 30000

Тип процесора - 32bit RISC

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк. 44
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частота процесора - 400 МГц

Розмір оперативної пам'яті - 64 Мб

Розмір вбудованої flash пам'яті - 128 Мб

Робоча напруга 20~28 В

Споживання струму 0.25А

Послідовні інтерфейси COM1 (RS232, RS485, 2W/4W), COM3 (RS485 2W)

Підтримка Modbus RTU, ASCII, Master, Slave, TCP/IP

Підтримка MPI 187,5 К

USB клієнт USB 2.0

Програмне забезпечення

ПЗ для розробки проектів EasyBuilder8000

Максимальна кількість екранів у проекті 1999

Драйвера для роботи з контролерами встановлено

Завантаження проектів з ПК по USB

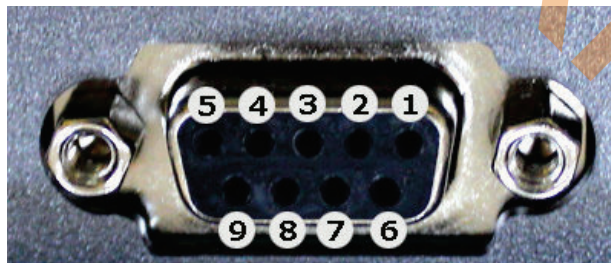
Доступ до керування панеллю через ОС відсутня, можливості обмежуються функціоналом EasyBuilder8000

Максимальний розмір проекту 16 Мб

Розмір пам'яті, що виділяється під архів в панелі 48 Мб

Збереження архівів в панелі.

Схема підключення до ПЛК:



Назва роз'єму:

COM1[RS232];

COM1[RS485 2/4w];

COM3[RS485 2w].

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						45
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тип: DB-9 F (Мама)

Pin #	COM1 (RS232)	COM1 (RS485 2w)	COM1 (RS485 4w)	COM3 (RS485 2w)
1		DATA-	RX-	
2		DATA+	RX+	
3			TX-	
4			TX+	
5	GND		GND	
6	TXD			
7				DATA-
8				DATA+
9	RXD			

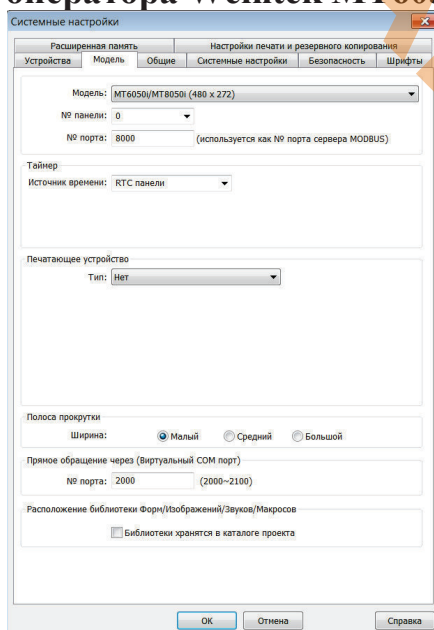
Програмне забезпечення EasyBuilder 8000.

ПЗ EasyBuilder 8000 застосовується для створення проектів користувача для операторських панелей Weintek серій: MT6000i, MT8000i.

ПЗ EasyBuilder 8000 безкоштовне, можете завантажувати програмне забезпечення та користуватися ним без будь-яких обмежень.

USB драйвер для підключення панелей до ПК встановлюються автоматично під час встановлення EasyBuilder 8000 на комп'ютер

Вікна налаштувань середовища розробки EasyBuilder8000 для сенсорної панелі оператора Weintek MT6050i, 4.3".



Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
46

Системные настройки

Расширенная память Настройки печати и резервного копирования

Устройства Модель Общие Системные настройки Безопасность Шрифты

Список устройств: [Определить свой IP](#)

Коп-во	Имя	Расположение	Тип устройства	Интерфейс
Локальный Панель	Local HMI	Локальный	MT6050i/MT8050i...	-
Локальный PLC 1	Haiwell PLC	Локальный	Haiwell PLC	COM 1 (19200)

Создать... Удалить Параметры...

Описание проекта:

ПО SCADA может косвенно обращаться к данным PLC через Modbus TCP/IP сервер на HMI.
(Перед добавлением Modbus TCP/IP сервера включите [MODBUS TCP/IP Шлюз])

OK Отмена Справка

Параметры устройства

Имя: Haiwell PLC

☐ Панель ☒ ПЛК

Расположение: Локальный Параметры

Тип ПЛК: Haiwell PLC

V.1.00, HAIWELL_PLC.si

ПЛК I/F : RS-485 2W

COM : COM1 (19200,N,8,1) Параметры

№ ПЛК по умолчанию: 1

☐ Использовать выражение в качестве номера станции

☐ Широковещательные команды

[Как правильно задать номер станции в адресе объекта?..](#)

Интервал блоков (слов): 5

Макс. размер команды чтения (слов): 120

Макс. размер команды записи (слов): 120

Последовательность эвентов

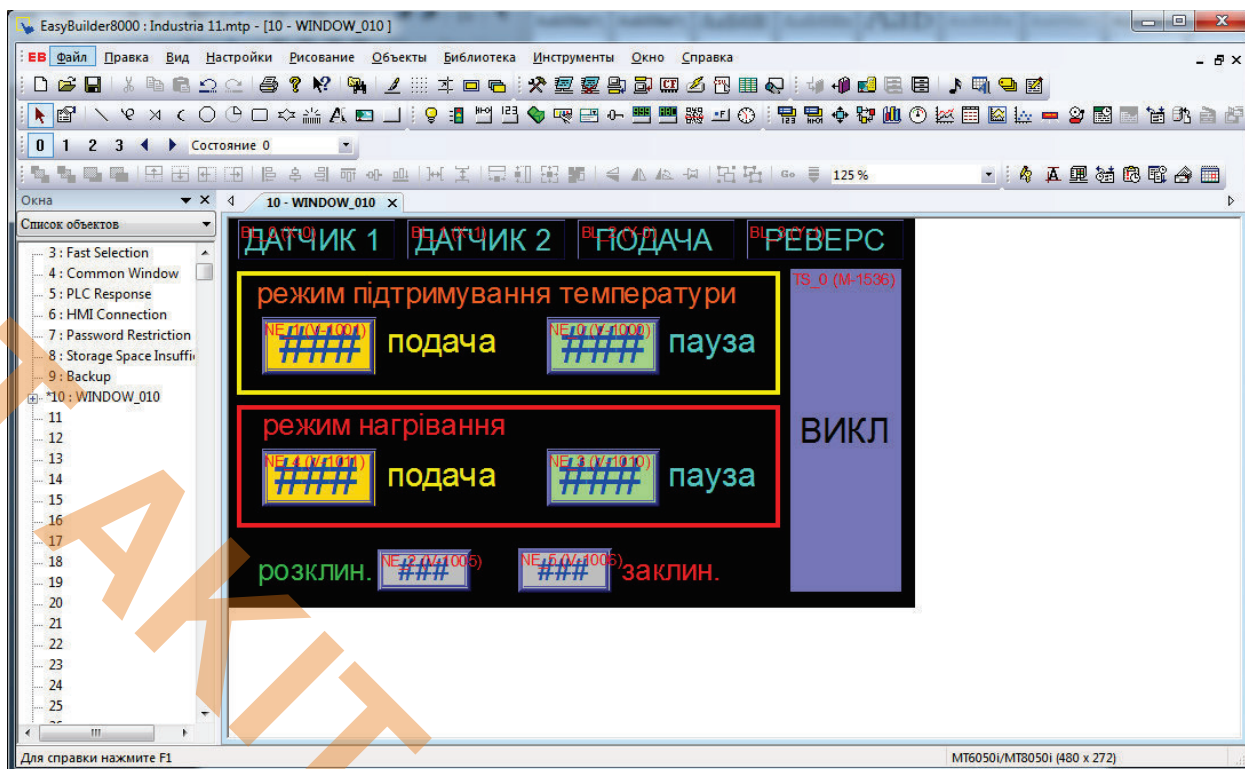
☐ Включить

OK Отмена

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

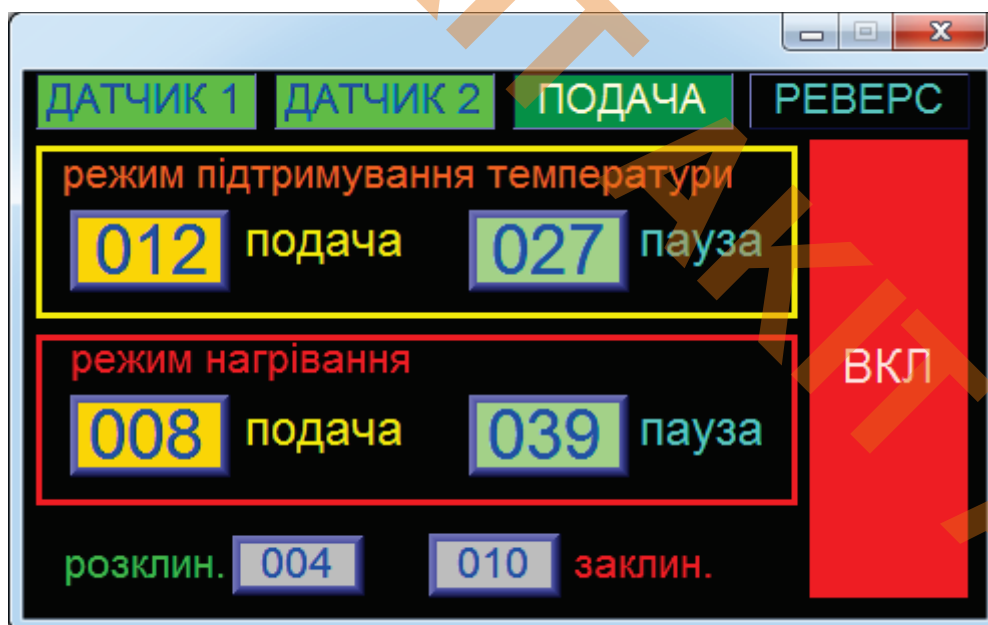
KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
47



Головне вікно середовища розробки EasyBuilder8000 для сенсорної панелі оператора Weintek MT6050i, 4.3".

Опис головного вікна сенсорної панелі.



ДАТЧИК 1 – сенсор приводу ворушителя (дискретний вхід X0 контролера) ;

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
48

ДАТЧИК 2 – сенсор приводу шнека подачі палива (дискретний вхід X1 контролера) ;

ПОДАЧА – дискретний вихід Y0 (команда включення двигунів приводів шнека і ворухителя) ;

РЕВЕРС - дискретний вихід Y1 (команда реверсного включення двигунів приводів шнека і ворухителя) ;

РЕЖИМ ПІДТРИМУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ: - режим роботи, при якому ще не досягнуто цільову температуру теплоносія;

подача – величина в секундах часу включення приводів двигунів подачі і ворухителя;

пауза – величина в секундах часу паузи між включеннями приводів двигунів подачі і ворухителя;

РЕЖИМ НАГРІВАННЯ: - режим роботи, при якому вже досягнуто цільову температуру теплоносія і потребується лише її підтримка;

подача – величина в секундах часу включення приводів двигунів подачі і ворухителя при досягнутій цільовій температурі;

пауза – величина в секундах часу паузи між включеннями приводів двигунів подачі і ворухителя при досягнутій цільовій температурі;

ВКЛ – кнопка включення\виключення робочого алгоритму ПЛК

розклин. – величина в секундах часу заклинювання подачі, при якому відсутні зміни показів сенсорів обертання приводів двигунів подачі і ворухителя;

заклин. – величина в секундах часу реверсного включення приводів двигунів подачі і ворухителя для проведення розклинювання шнеку подачі;

3.3 Терморегулятор E5CSV.

Всі терморегулятори функціонують за схожим принципом, незалежно від того, в якому елементі або пристрої вони встановлені. Є вбудований портативний чи виносний датчик температури, який аналізує температуру. Наприклад, яка

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						49
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температура води у бойлері. Якщо вона задана на показник 50 градусів за Цельсієм, то прилад нагріває її за даним рівнем і вимикається, або підтримує показання. Як тільки вода охолоне нижче за цей показник, терморегулятори запрацюють знову. І так циклічно.

Головне завдання терморегулятора – зберігати, підтримувати та задавати потрібне значення температури у нагрівальних або охолоджуючих системах. Будь-який пристрій, який працює з електронагрівальними елементами, має терморегулятори у своєму складі. Саме завдяки їм відбувається керування приладами: від примітивного кип'ятильника до системи кілька секційного клімат-контролю в автомобілі.

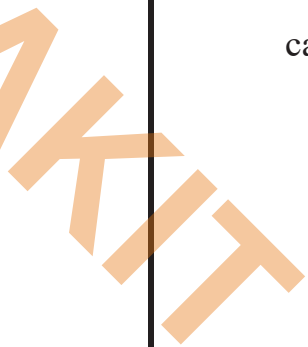


В автоматичній ситемі керування котельні встановлено терморегулятор E5CSV.

Багатодіапазонний регулятор E5CSV з функцією сигналізації аварій надає можливість локального вибору режиму регулювання: ПІД регулювання або дискретного регулювання. На великому дисплеї відображаються поточне значення параметра процесу, напрямок відхилення від заданого значення і вихідне значення, а також сигналізуються аварії.

- Всі параметри налаштовуються локально за допомогою мікроперемикачів;
- Кілька входів (термопара / Pt100);

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						50
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 

термопары до терм
сенсори з дискрет
безконтактного ко

сенсори з дискретним безконтактного ко-
д-та/або магніто-
д форми, індукцій-
а чорних металів,
еруючий сигнал.
ості безконтактних

матеріалів. Без
тні датчики вия
ся в межах акти
:
су

3: 
cy

- відсутності бит

Не накопичують бруд

Водостійкі

Висока стійкість до хімічних реагентів

Індуктивний датчик ICB12S30N04PO.



Напруга живлення 10-40 VDC

Температура навколишнього середовища

Робота -25...70

Зберігання -30...80

Матеріал - нікельована латунь

Серія - ICB12

Тип виходу - PNP

Нормальний стан виходу - NO

Відстань спрацьовування - 4mm

Електромонтажне підключення - Кабель 2м.

Розміри датчика - M12x1x34

3.5 Термопара PT100.

Термопара (термоелектричний перетворювач температури) - термоелемент, що застосовується у вимірювальних та перетворювальних пристроях, а також у системах автоматизації. Ця пара провідників з різних матеріалів, з'єднаних на одному кінці і формують частину пристрою, що використовує термоелектричний ефект для вимірювання температури.

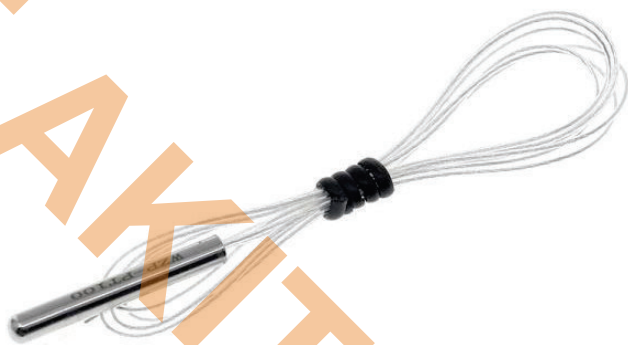
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
52

Найбільш поширені два способи підключення термопари до вимірювальних перетворювачів: простий та диференціальний. У першому випадку вимірювальний перетворювач підключається безпосередньо до двох термоелектродів. У другому випадку використовуються два провідники з різними коефіцієнтами термоедс, спаяні в двох кінцях, а вимірювальний перетворювач включається в розрив одного з провідників.

У проєкті використано PT100 платиновий водонепроникний терморезистор.



Температурний давач Pt100 заснований на принципі вимірювання опору. Матеріалом є платина з опором 100 Ом при температурі 0 ° С. Платина має позитивний коефіцієнт залежності опору від температури; з ростом температури зростає опір. Зміна опору від температури (лінійний к-т): 0,39 Ом / 1 ° С. Основною відмінністю платинових датчиків є довгострокова стабільність в порівнянні з іншими методами вимірювання температури, за рік не гірше, ніж 0,2 Ом / 0 ° С.

Характеристики:

Номінальний опір: 100 Ом (0 ° С)

Розміри: 4 мм x 30 мм

Діапазон вимірюваних температур: -20 ° С до +500 ° С (+/- 2,5 ° С)

Точність: +/- 0,3 - 0,8 ° С (в діапазоні 0-450 ° С)

Довжина з'єднувальних проводів (в ізоляції): 50 см

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
53

ВИСНОВКИ

В даному проекті було поставлено за мету розробити комплексну автоматизовану систему керування котельні. В ході виконання роботи було досліджено технологічний об'єкт управління, розглянуто основні вимоги до автоматичної систем керування для заданого об'єкту, а саме: можливість тривалої роботи у відсутності людини, необхідну точність регулювання різних параметрів.

Функції контролю, індикації, сигналізації та регулювання були реалізовані за допомогою контролера Haiwell T24S2P-е у поєднанні з сенсорною панеллю Weintek MT6050i, 4.3". Окрім цього, для спрощення зв'язку по температурі між діючим пристроєм та контролером було застосовано терморегулятор E5CSV з термопарою PT100.

Було досліджено основні контури регулювання, у тому числі контур регулювання економічності згоряння палива в залежності від режиму подачі палива.

У перспективі можливе підключення контролера і сенсорної панелі до SCADA системи.

Також було проведено моделювання роботи системи в реальному часі за допомогою середовища розробки HaiwellHappy та Easybuilder8000.

Під час моделювання було виявлено, що система є працездатною і може підтримувати необхідні параметри на заданому рівні.

Провівши аналіз пропонованого проекту можна говорити про доцільність впровадження даної системи.

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						54
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1) Фірцак О.І., Рябошук М.М., Принципи автоматизації котелень шляхом їх модернізації / О.І. Фірцак // Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації». Переяслав, 2022. – С. – 369-370.
- 2) Котли на деревені [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rojek-lviv.com/index.php?page=1&cid=9&pid=8&l=1> (дата звернення 02.05.2021р). – Назва з екрана.
- 3) Шафа управління ШУ 3Д2 — Ел — Вд — 380 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.galautomatics.com.ua/uk/works/dispatcherizatsiya/> (дата звернення 02.05.2021р). – Назва з екрана.
- 4) Автоматизація твердопаливної котельні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://owen.ua/ua/projects/avtomatyzacija-tverdopalyvnoji-kotelni> (дата звернення 02.05.2021р). – Назва з екрана.
- 5) Автоматизована система керування котельнею [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.svaltera.ua/solutions/typical/water_supply/7705.php (дата звернення 02.05.2021р). – Назва з екрана.
- 6) Автоматизована система керування котельнею ПТВМ-30 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://owen.ua/ua/projects/avtomatyzovana-systema-keruvannja-kotelneju-ptvm-30> (дата звернення 02.05.2021р). – Назва з екрана.
- 7) Автоматизація парових котелень, паливо — лузга соняшника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://promnaladka.com.ua/poslugi/36-avtomatizacija-parovih-kotelen-palivo-luzga-sojashnika.html> (дата звернення 02.05.2021р). – Назва з екрана.
- 8) Драганов Б.Х., Іщенко В.В., Шеліманова О.В. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем: підручник. Київ: Вид-во ЦП Компрінт, 2017. 338 с.
- 9) Принцип роботи водогрійного котла [Електронний ресурс]. – Режим

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						55
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доступу: <https://studfiles.net/preview/5734563/> (дата звернення 02.05.2019р). –

Назва з екрана.

10) Технічні засоби автоматизації Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://studopedia.su/9_68606_lektsiya-tehnichni-zasobi-avtomatizatsii-osnovniponyattya-klasifikatsiya.html (дата звернення 02.05.2019р). – Назва з екрана.

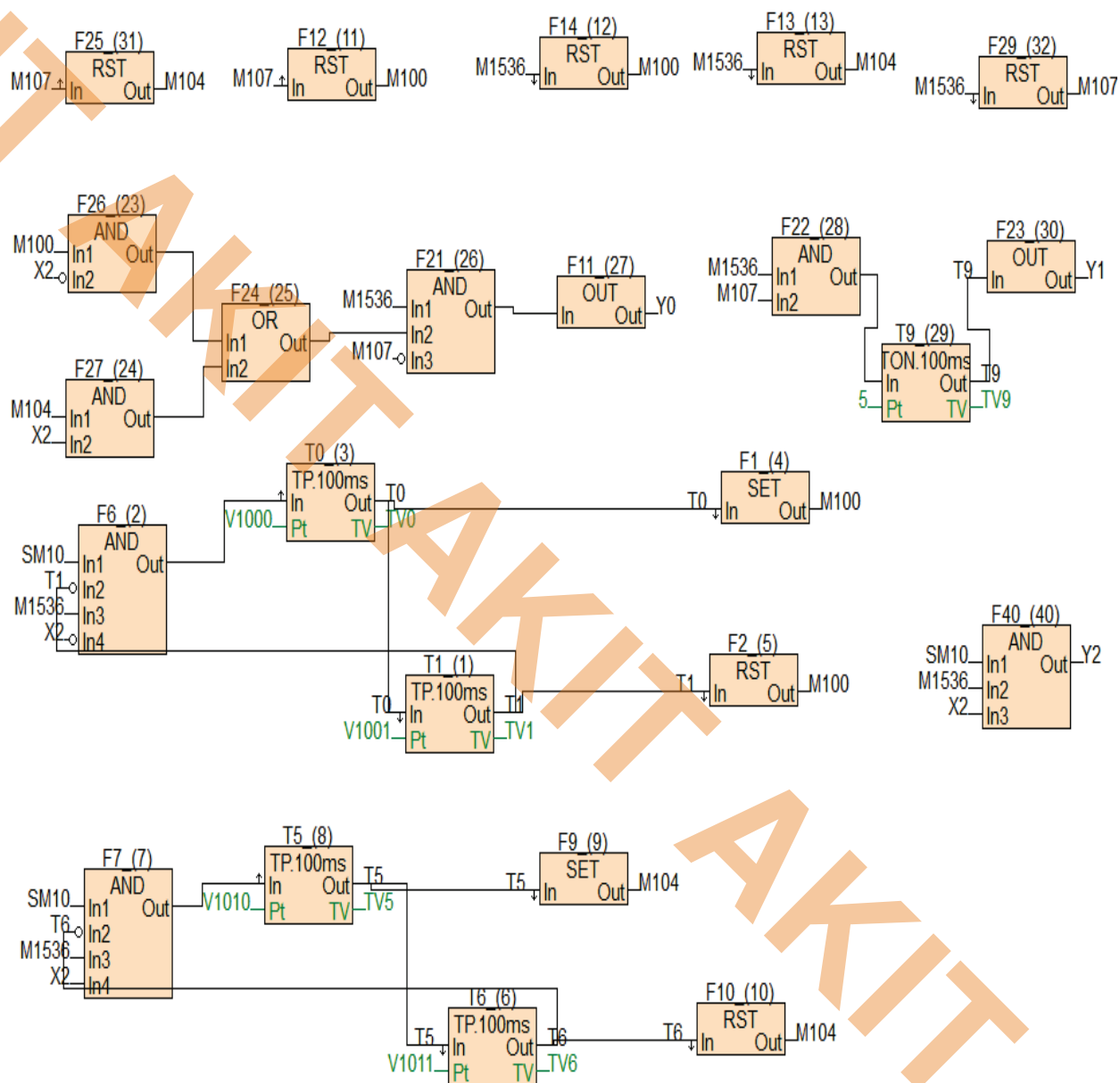
					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						56
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк.
						57
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

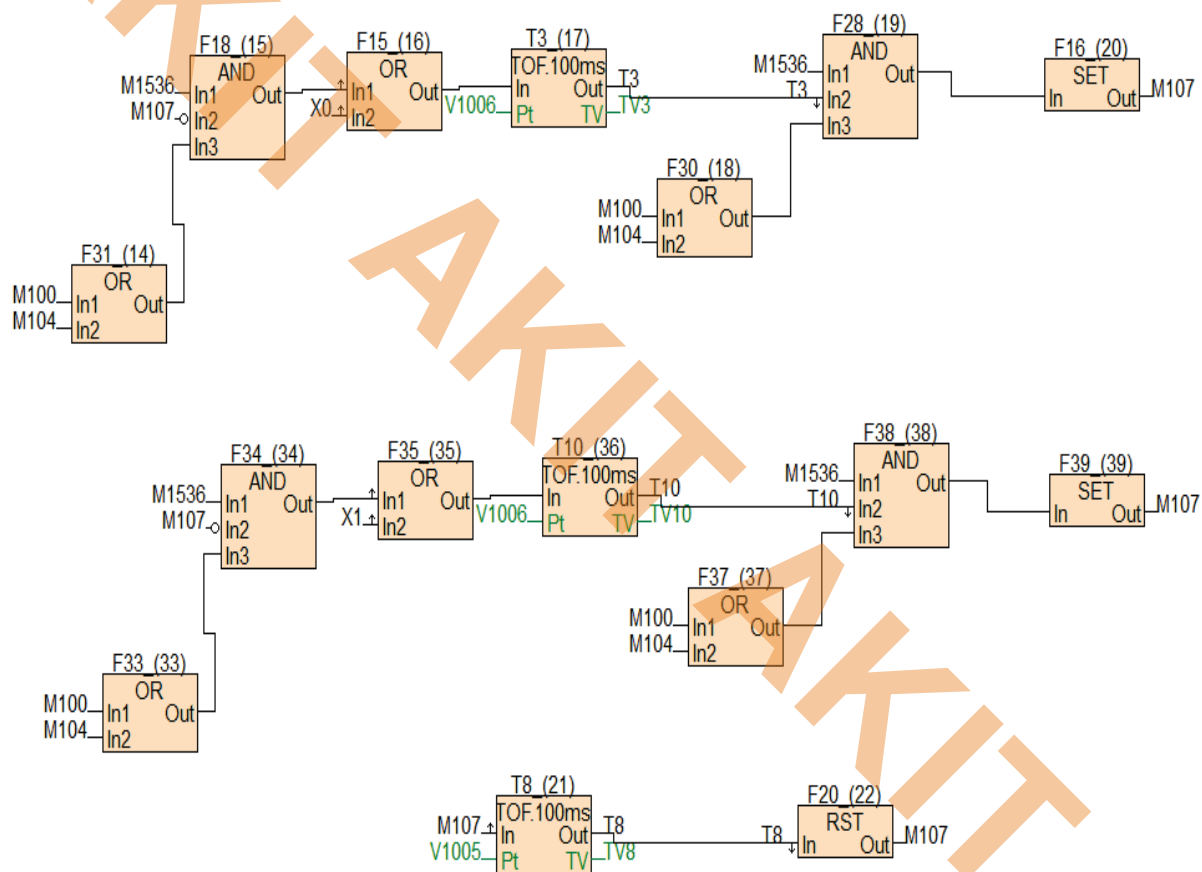
Програма на мові FBD контролера Haiwell T24S2P-e



Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
58



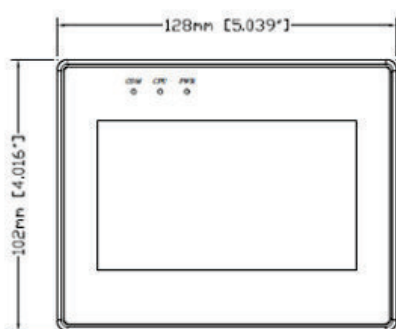
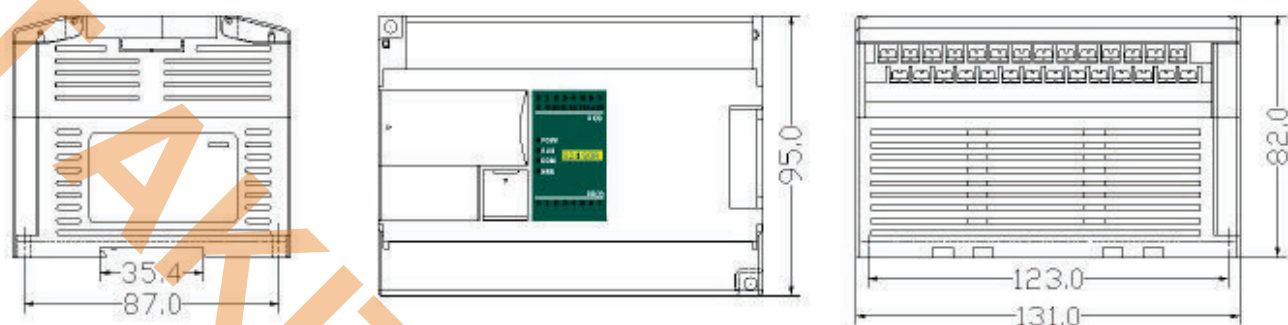
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

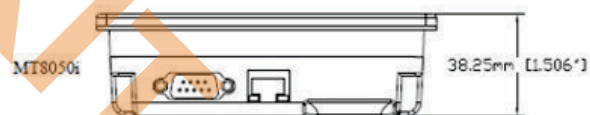
Арк.
59

Додаток Б

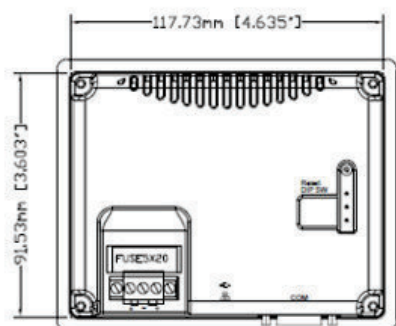
Креслення основних вузлів пристрою



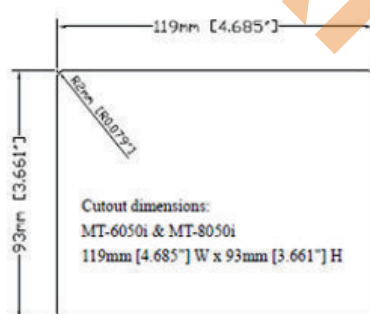
Front View



Bottom View



Rear View



Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк.
60