

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Опанасюк А.С.

2023р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

На здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 6.171.00.10 “Електроніка”,
освітньо-професійної програми «Електронні системи та компоненти»
на тему: «Автоматизована система віддаленого моніторингу котельної»

Здобувача групи ЕС-91

Кондратенко Олександр Андрійович

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

Кондратенко Олександр Андрійович

Керівник Бережна Ольга Володимирівна

Суми - 2023

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту(роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд технічної літератури	24.04.23	
2	Розробка алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою	04.05.23	
3	Розрахунок вузлів та блоків пристрою та розробка схеми принципової пристрою	11.05.23	
4	Оформлення графічної частини	18.05.23	
5	Оформлення пояснювальної записки	28.05.23	
6	Рецензування та підготовка до захисту	05.06.23	

Студент-дипломник Кондратенко О.А.

Керівник проекту Бережна О.В.

«_____» _____ 2023 р.

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка містить: 50 аркушів, 23 рисунка та 6 джерел літератури

Графічна частина моєї роботи включає в себе: блок-схему алгоритму роботи пристрою, структурну та принципову електричну схему.

Пояснювальна записка містить п'ять розділів:

У першому розділі було проведено огляд літератури, де було розглянуто призначення та область використання SCADA-контролера, технічні характеристики системи, а також принцип побудови системи. Цей огляд літератури надав важливу інформацію для подальшої розробки системи віддаленого моніторингу котельної.

Другий розділ присвячений розробці алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою. Було розроблено алгоритм, який дозволяє здійснювати віддалений моніторинг параметрів котельної, а також визначати поточний стан системи. Структурна схема пристрою включає необхідні компоненти для збору та передачі даних.

У третьому розділі була проведена розробка схеми електричної принципової пристрою. Ця схема визначає спосіб підключення датчиків та пристроїв до контролера, а також забезпечує необхідні інтерфейси для зчитування даних.

Четвертий розділ описує розробку програмного забезпечення пристрою. Було створено програму, яка забезпечує збір, обробку та передачу даних з котельної до віддаленого моніторингового центру. Програмне забезпечення реалізує алгоритм, розроблений у другому розділі, і забезпечує користувачу зручний інтерфейс для взаємодії з системою.

П'ятий розділ присвячений розробці програмного забезпечення в інструментальному середовищі SCADA-системи. Було створено програму, яка інтегрується з SCADA-системою і надає додаткові можливості для відображення та аналізу даних з котельної. Це дозволяє операторам зручно керувати системою та приймати відповідні рішення на основі зібраних даних.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1. Призначення та область використання автоматизованої системи віддаленого моніторингу котельні	6
1.2 Технічні характеристики системи	8
1.3 Значення та переваги автоматизованої системи	10
1.4. Технологічний процес котельні	11
1.5 Постановка завдання.....	12
2.РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ	13
2.1 Розробка структурної схеми віддаленого моніторингу котельної.....	13
2.2 Розробка алгоритму роботи віддаленого моніторингу котельної.....	14
3.РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ ПРИСТРОЮ.....	19
4 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ.....	36
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ІНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ SCADA-СИСТЕМИ.....	38
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	50

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Кондратенко О.А.			Автоматизована система віддаленого моніторингу котельної Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Бережна О.В.				4	50	
<i>Т.Контр</i>						СумДУ, гр. ЕС-91		
<i>Н. Контр.</i>		Бережна О.В.						
<i>Затверд.</i>		Опанасюк А.С.						

ВСТУП

Автоматизовані системи віддаленого моніторингу стають все більш популярними в різних галузях промисловості, включаючи моніторинг котельних. Ці системи дозволяють операторам в реальному часі отримувати дані про параметри роботи котельної з віддаленої локації, що значно полегшує контроль та управління процесом виробництва.

Однією з головних переваг автоматизованих систем віддаленого моніторингу котельних є можливість надійного контролювання параметрів роботи котельного устаткування, таких як температура, тиск, рівень резервуарів, витрати палива та інші. Це дозволяє операторам оперативно реагувати на будь-які зміни та аномалії, що можуть виникнути в процесі роботи котельної.

Крім того, автоматизовані системи віддаленого моніторингу забезпечують зручний доступ до даних про роботу котельної з будь-якого місця, що дозволяє операторам ефективно керувати та відстежувати параметри виробництва. Вони також забезпечують можливість швидкого реагування на будь-які проблеми та негативні ситуації, що можуть виникнути в котельні, тим самим сприяючи забезпеченню безперебійної та ефективної роботи обладнання.

У даному дослідженні ми зосередимося на автоматизованій системі віддаленого моніторингу котельної і вивчимо характеристики цієї системи, включаючи вироблену продукцію, показники якості продукції, вихідну сировину, необхідні енергоресурси, технологічне обладнання та його компоненти.

Наша робота буде спрямована на детальне вивчення цих аспектів та розробку рекомендацій щодо оптимізації технологічного процесу котельної, забезпечення його ефективності та енергоефективності, а також мінімізації аварійних ситуацій та виходу з ладу обладнання при неправильному використанні.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		5

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Призначення та область використання автоматизованої системи віддаленого моніторингу котельні

Автоматизована система віддаленого моніторингу котельної – це комбінована система⁽¹⁾, розроблена для контролю та керування роботою котельної з використанням сучасних технологій та засобів зв'язку. Вона дозволяє операторам та відповідальним особам в реальному часі відстежувати різні параметри технічного процесу котельної з віддаленого місця, такого як центр керування або навіть з мобільного пристрою.

Автоматизована система віддаленого моніторингу котельної зазвичай включає в себе набір датчиків та пристроїв, які зчитують інформацію про температуру, тиск, витрату палива, рівень резервуарів та інші параметри. Ці дані передаються через мережу зв'язку до центральної системи, де вони обробляються, а потім відображаються на моніторах або іншому інтерфейсі для віддаленого перегляду.

Оператори можуть відслідковувати стан обладнання, контролювати параметри роботи, виявляти проблеми або аварійні ситуації та приймати необхідні заходи для їх вирішення. Деякі системи також можуть мати вбудовані алгоритми автоматичного керування, що дозволяють оптимізувати роботу котельної та забезпечувати ефективне використання ресурсів.

Автоматизована система віддаленого моніторингу котельної має багато переваг, зокрема забезпечення оперативного контролю⁽¹⁾, підвищення ефективності, зменшення ризику аварій, скорочення витрат на персонал та підвищення загальної надійності роботи котельної.

Ця система може бути використана в різних галузях, де присутні котельні, таких як промислові підприємства, житлові комплекси, лікарні, готелі та інші.

До основних функцій автоматизованої системи віддаленого моніторингу котельної належать:

- Моніторинг параметрів: Система забезпечує постійний контроль за різними параметрами роботи котельної:
 - температура;
 - тиск,

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ</i>	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		6

- рівень палива,
- ефективність горіння

Це дозволяє операторам вчасно виявляти будь-які відхилення від норми та приймати необхідні заходи для їх усунення.

- Віддалений доступ та керування: Оператори можуть контролювати роботу котельної з будь-якого віддаленого місця за допомогою комп'ютера, планшета або смартфона. Вони можуть змінювати параметри роботи, регулювати налаштування, включати або вимикати обладнання, якщо це необхідно.
- Діагностика та прогнозування: Система може проводити аналіз даних та виявляти відхилення в роботі обладнання задовго до появи серйозних проблем. Це дозволяє вчасно реагувати на потенційні поломки, запобігати аваріям та знижувати витрати на ремонт.
- Сигналізація та сповіщення: У разі виникнення аварійних або небезпечних ситуацій система надсилає сповіщення операторам за допомогою смс, електронної пошти або іншого зручного засобу зв'язку. Це дозволяє оперативно реагувати на проблеми і запобігати їх подальшому розвитку.
- Архівування даних: Система зберігає і архівує дані про роботу котельної, що дозволяє проводити аналіз, визначати тенденції та планувати попереджувальні заходи для покращення ефективності роботи.

Автоматизована система віддаленого моніторингу котельної значно полегшує процес контролю^{1} та керування роботою котельного устаткування. Вона сприяє забезпеченню надійності, безпеки та ефективності роботи котельні, а також допомагає знизити витрати на енергоресурси та обслуговування.

Автоматизована система віддаленого моніторингу котельної має широкий спектр застосувань у різних галузях і сферах^{2}. Основні області використання включають^{3}:

- Промислові підприємства^{3}: Автоматизована система дозволяє контролювати та оптимізувати роботу котельних на заводах, фабриках та інших виробничих підприємствах. Це допомагає забезпечити надійне постачання тепла та гарячої води для

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		7

виробничих потреб.

- Житлові комплекси^{3}: У багатоквартирних будинках, готелях, торговельних центрах та офісних приміщеннях система віддаленого моніторингу дозволяє ефективно керувати котельним устаткуванням, забезпечуючи комфортні умови для мешканців та клієнтів.
- Медичні заклади^{3}: Лікарні, поліклініки та інші медичні установи мають особливі вимоги до постачання гарячої води та тепла. Автоматизована система допомагає забезпечити надійну роботу котельні та дотримуватись необхідних стандартів безпеки та гігієни.
- Ресторане господарство^{3}: Кафе, ресторани, заклади швидкого харчування мають велику потребу в надійному постачанні енергії для кулінарного обладнання. Автоматизована система дозволяє контролювати та оптимізувати роботу котельні, щоб забезпечити ефективне готування та обслуговування^{2}.
- Організації зберігання та переробки продуктів: У складах, холодильниках, лабораторіях та інших підприємствах, де необхідне точне контролювання температури, автоматизована система моніторингу допомагає забезпечити оптимальні умови зберігання та переробки продуктів^{3}.
- Енергетичні підприємства: У сфері енергетики система віддаленого моніторингу котельної може використовуватись для контролю та управління роботою теплових електростанцій, котелень і теплових мереж. Це дозволяє підвищити ефективність виробництва енергії та знизити споживання палива.

Враховуючи широкі можливості автоматизованої системи віддаленого моніторингу котельної, її застосування може бути корисним у будь-якій галузі, де потрібно ефективно контролювати та керувати роботою котельного устаткування.

1.2 Технічні характеристики системи

Основні загальні характеристики до котельних можуть включати:

- Потужність: Визначається залежно від потреби у теплі, вимог до опалюваної площі та рівня теплоносія. Потужність котельні може

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		8

варіюватися від кількох кВт до кількох десятків або навіть сотень мегаватт.

- Вид палива: Котельні можуть працювати на різних видах палива, таких як природний газ, нафта, вугілля, біомаса, сонячна енергія та інші.
- Тип котла: Котельні можуть мати різні типи котлів, такі як газові котли, нафтові котли, вугільні котли, біологічні котли тощо⁽²⁾.
- Ефективність: Вказує на співвідношення між витратами палива та отриманим теплом. Вимоги до ефективності можуть варіюватися в залежності від нормативних вимог та енергоефективності.
- Робочий тиск: Визначається вимогами до системи опалення та теплоносія і може бути в межах від кількох бар до кількох десятків бар.
- Розміри: Залежать від типу та потужності котельні. Розміри можуть варіюватися від компактних до великих інсталяцій
- Вага: Вага котельні залежить від її розмірів, матеріалів, вмонтованого обладнання та потужності. Вага може варіюватися від кількох десятків кілограмів для малих домашніх котлів до декількох тонн для великих промислових систем.
- Розміри: Розміри котельні залежать від її типу, потужності та встановленого обладнання. Розміри можуть бути вказані висотою, шириною та глибиною. Вони можуть варіюватися від компактних розмірів для домашніх котлів до великих промислових установок, що займають значну площу.
- Робоча температура: Це температурний діапазон, в якому котельна здатна працювати безпечно та ефективно. Робоча температура може варіюватися від низьких значень для систем опалення до високих значень для виробничих процесів⁽³⁾.
- Ефективність: Це вимірює, наскільки добре котельна перетворює паливо на корисну теплову енергію. Виражається у відсотках і може бути визначено як співвідношення між вихідною тепловою потужністю та витратами палива⁽²⁾.
- Середня температура поверхні нагрівальної поверхні: Це середнє значення температури поверхні, на якій відбувається передача тепла з газу до теплоносія.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		9

Емісія шкідливих речовин: Вказує на рівень викидів шкідливих речовин, таких як оксиди азоту і вуглецю, у відпрацьованих газах, що виходять з котельні.

1.3 Значення та переваги автоматизованої системи

Автоматизована система віддаленого моніторингу котельної має велику актуальність в сучасному світі з огляду на кілька факторів:

1. Ефективність: Автоматизація процесів моніторингу та керування котельною дозволяє досягнути більшої ефективності у використанні палива та ресурсів. Система може аналізувати та оптимізувати параметри роботи котла, що призводить до зниження споживання палива, забезпечення оптимального рівня теплопостачання та зменшення експлуатаційних витрат^{3}.

2. Безпека: Автоматизована система надає можливість постійного контролю за роботою котельної. Вона спроможна виявити можливі несправності або небезпечні ситуації, такі як підвищення температури або тиск у системі, витоки газу чи інші аномалії. Швидко виявлення таких проблем дозволяє запобігти аваріям, знижує ризик виникнення пожеж та забезпечує безпеку персоналу та мешканців.

3. Віддалений доступ: Система віддаленого моніторингу дозволяє операторам та управлінцям віддалено отримувати дані про стан котельної та керувати процесами навіть з далеко від неї. Це забезпечує зручність та швидку реакцію на будь-які зміни або проблеми, що можуть виникнути. Також це дозволяє забезпечити ефективний дистанційний контроль над кількома об'єктами одночасно.

4. Екологічність: Автоматизована система допомагає зменшити вплив котельної на довкілля шляхом ефективного використання палива та зниження викидів шкідливих речовин. Зменшення споживання палива також сприяє зниженню викидів парникових газів та загальної вуглецевої сліду котельних^{3}.

Враховуючи ці фактори, автоматизована система віддаленого моніторингу котельної є дуже актуальною і має потенціал покращити ефективність, безпеку та екологічність роботи котельних у різних сферах, включаючи промисловість, комерційну нерухомість та житловий сектор.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		10

1.4. Технологічний процес котельні

У котельні рідке або газове паливо змішується з повітрям і запалюється на виході з пальника. Відпрацьовані гази наповнюють камеру згоряння і проходять через димогарні труби, віддаючи тепло воді, яка надходить в казан. Вода нагрівається до заданої температури і контролюється датчиком температури, після чого подається до опалювальної системи, де віддає тепло нагрівальним приладам, і повертається в казан. Для нагрівання водопровідної води використовується спіральний теплообмінник.

Система автоматики контролює роботу котла, забезпечуючи розпал пальника, позиційне регулювання теплової потужності і захист від аварійних ситуацій, таких як згасання факела, перевищення температури води, відхилення тиску води і захист від перевантажень. Система автоматики також має світлову і звукову сигналізацію, яка інформує оператора про стан котла. При нормальній роботі котла на шафі управління горить лампа, а при виникненні аварійної ситуації автоматика автоматично відключає подачу палива, спрацьовує сигналізація і включається лампа аварії.

Подача повітря в топку котла здійснюється за допомогою душового вентилятора, а тиск контролюється датчиком надлишкового тиску. Газ подається на запальник і пальник через регулюючий орган, також контролюючись датчиком надлишкового тиску. У топковому котлі відбувається змішування газу і повітря, що запалюється за допомогою приладу для дистанційного розпалювання газового полум'я. Для контролю рівня газу на запальнику і пальнику використовується датчик надлишкового тиску.

У водогрійному казані вода після магнітної обробки та з температурою близько 70°C надходить з використанням датчика надлишкового тиску. Також за допомогою датчика надлишкового тиску вимірюється надлишковий тиск пари. Рівень води в котлі контролюється за допомогою сигналізатора рівня в урівнемірній колонці.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		11

1.5 Постановка завдання

Метою роботи є розробка автоматизованої системи віддаленого моніторингу котельної.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступне:

1. Визначити основні функції та завдання, які повинна виконувати автоматизована система віддаленого моніторингу котельної.
2. Розробити алгоритм функціонування пристрою.
3. Розробити схему електричну структурну пристрою шифрування.
4. Розробити схему електричну принципову.
5. Розробити програмне забезпечення в інструментальному середовищі SCADA-системи.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		12

2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ

2.1 Розробка структурної схеми віддаленого моніторингу котельної

Структурна схема системи віддаленого моніторингу котельної складається з різних блоків, які взаємодіють для забезпечення оптимального контролю та регулювання параметрів котельної. Кожен блок виконує конкретні функції і відповідає за певний аспект роботи системи.

Блок задання технологічних параметрів та зберігання параметрів системи відповідає за встановлення і задання параметрів роботи системи, таких як температура води, витрата палива та інші. Він також забезпечує зберігання та управління цими параметрами для подальшого використання.

Блок відображення інформації надає можливість операторам або користувачам системи моніторити стан та параметри котельної. Інформація може бути відображена на моніторі або іншому зручному пристрої, що дозволяє отримувати оперативну інформацію про роботу системи.

Блок автоматичного регулювання витрати та температури води відповідає за автоматичне регулювання потоку води та температури в системі згідно з заданими параметрами. Він використовує датчики та актуатори для контролю та регулювання цих параметрів.

Блок керування засувкою подачі газу і виконавчий механізм (засувка) подачі газу відповідають за керування подачею газу до котла. Вони забезпечують відкриття та закриття засувки згідно з вимогами та заданими параметрами.

Блоки контролю температури води, витрати газу та води, а також вимірювання тиску в системі відповідають за контроль та вимірювання цих параметрів. Вони використовують датчики та прилади для отримання точних показників та передачі інформації для подальшого аналізу та керування.

Засувки мережевого та напірного насосів відповідають за керування включенням та виключенням насосів, які забезпечують циркуляцію води в системі.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм..</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		13

Блок зміни температури в трубопроводі відповідає за регулювання температури води в системі шляхом використання системи обігріву або охолодження.

Блок контролю робоздатності котлів відповідає за аналіз роботи котлів та виявлення можливих несправностей або проблем, що потребують втручання або попередження оператора системи.

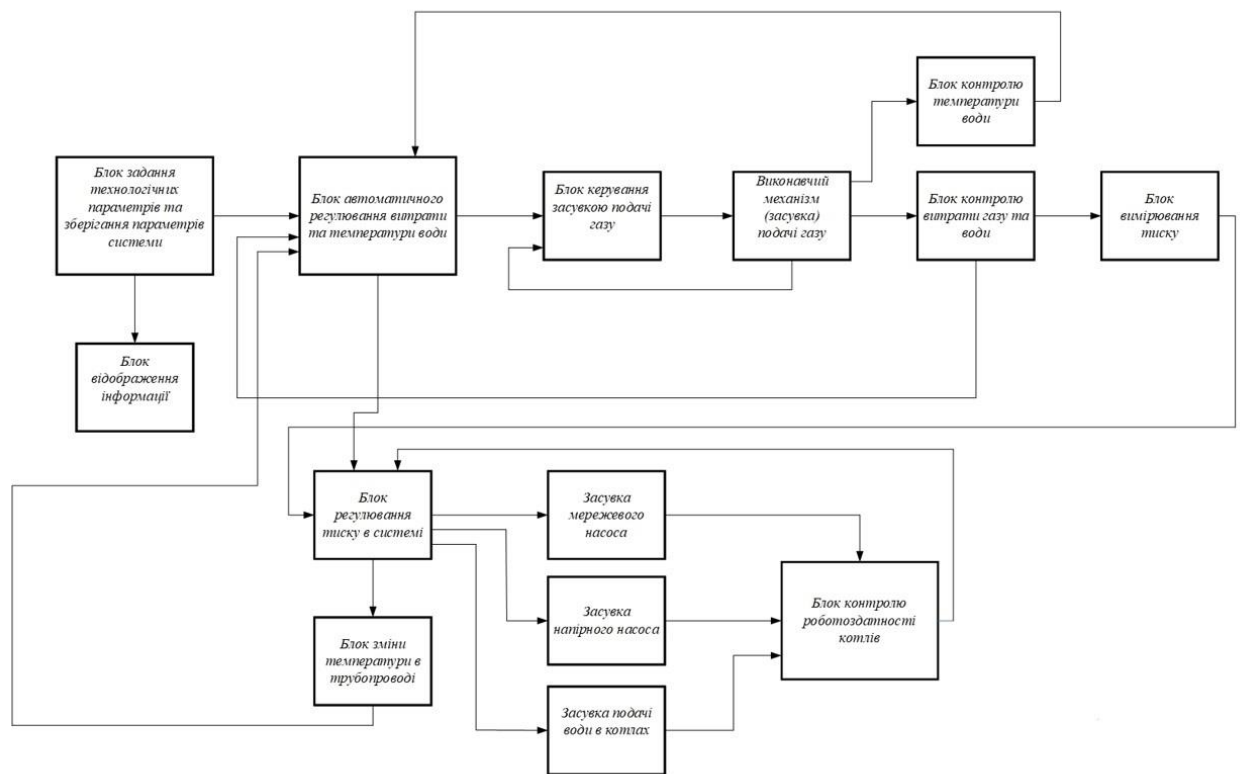


Рисунок 2.1 – Структурна схема котельної

2.2 Розробка алгоритму роботи віддаленого моніторингу котельної

Алгоритм роботи віддаленого моніторингу котельної розробляється з метою забезпечення ефективного контролю та керування процесами в системі. Він включає послідовність кроків, що дозволяють перевіряти стан системи, вимірювати та порівнювати

Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат

ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ

Арк.

14

параметри, вживати відповідних заходів для забезпечення нормальної роботи котельної та моніторити стан системи в режимі реального часу.

Опис кожного блоку:

1. Початок: Алгоритм розпочинає свою роботу.

2. Діагностика системи керування: Цей блок відповідає за перевірку системи керування на наявність збоїв або відмов. Він проводить аналіз різних компонентів системи та перевіряє їх працездатність.

3. Система працездатна?: Після діагностики системи цей блок перевіряє, чи працює система в нормальному режимі. Він аналізує отримані дані та порівнює їх з заданими критеріями працездатності.

4. Усунення збоїв та відмов: Якщо під час діагностики виявлені збої або відмови, цей блок виконує необхідні дії для їх усунення. Він може автоматично запускати процеси відновлення або надсилати повідомлення про несправності оператору.

5. Встановити необхідний рівень температури T_z : Цей блок відповідає за задання необхідного рівня температури в системі. Він отримує вхідні дані та встановлює необхідне значення для подальшого контролю.

6. Виміряти фактичне значення температури T_f : В цьому блоку вимірюється фактичне значення температури в системі. Зазвичай це виконується за допомогою датчиків, які зчитують дані температури з різних точок системи.

7. $T_f \geq T_z$: Цей блок перевіряє, чи фактична температура (T_f) перевищує задану температуру (T_z). Якщо це виконується, алгоритм переходить до наступного кроку.

8. Знизити рівень подачі газу для нагрівання води: У разі перевищення заданої температури, цей блок виконує зменшення рівня подачі газу для зниження температури води.

9. Прикрити електрифіковану засувку на встановлений кут: Засувка на газоподачі котла закривається на встановлений кут для обмеження подачі газу.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ</i>	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		15

10. Підвищити рівень подачі газу для нагрівання води: Якщо фактична температура нижче заданої, цей блок виконує збільшення рівня подачі газу для підвищення температури води.

11. Відкрити електрифіковану засувку на встановлений кут: Засувка на газоподачі котла відкривається на встановлений кут для забезпечення подачі газу.

12. Засувка максимально відчинена?: Цей блок перевіряє, чи засувка на газоподачі досягла максимально відкритого положення. Якщо так, алгоритм переходить до наступного кроку.

13. Ввести в дію додатковий котел: Якщо система потребує додаткової потужності, цей блок активує додатковий котел для забезпечення оптимального режиму роботи системи.

14. Температура води в допустимому діапазоні?: Цей блок перевіряє, чи температура води знаходиться в межах допустимого діапазону. Якщо так, алгоритм переходить до наступного кроку.

15. Встановити оптимальний режим роботи системи: Цей блок встановлює оптимальний режим роботи системи на основі отриманих даних та параметрів. Він може включати налаштування режимів роботи компонентів системи для досягнення максимальної ефективності.

16. Виміряти рівень тиску подачі води в контрольних точках: В цьому блоку здійснюється вимірювання фактичного рівня тиску води в системі за допомогою відповідних датчиків.

17. Тиск в допустимому діапазоні?: Цей блок перевіряє, чи тиск води знаходиться в межах допустимого діапазону. Якщо так, алгоритм переходить до наступного кроку.

18. Моніторинг стану системи: Цей блок відповідає за постійний моніторинг стану системи, включаючи контроль параметрів, виявлення збоїв або відмов, а також перевірку відповідності системи заданим критеріям.

19. Система у заданому режимі?: Цей блок перевіряє, чи працює система в заданому режимі. Він порівнює фактичні значення параметрів зі заданими критеріями та визначає, чи система працює ефективно.

20. Зупинити роботу системи?: Якщо алгоритм виявляє серйозні несправності або проблеми, він може прийняти рішення про зупинення роботи системи для запобігання подальшим пошкодженням або

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		16

небезпеці.

21. Кінець: Алгоритм завершує свою роботу.

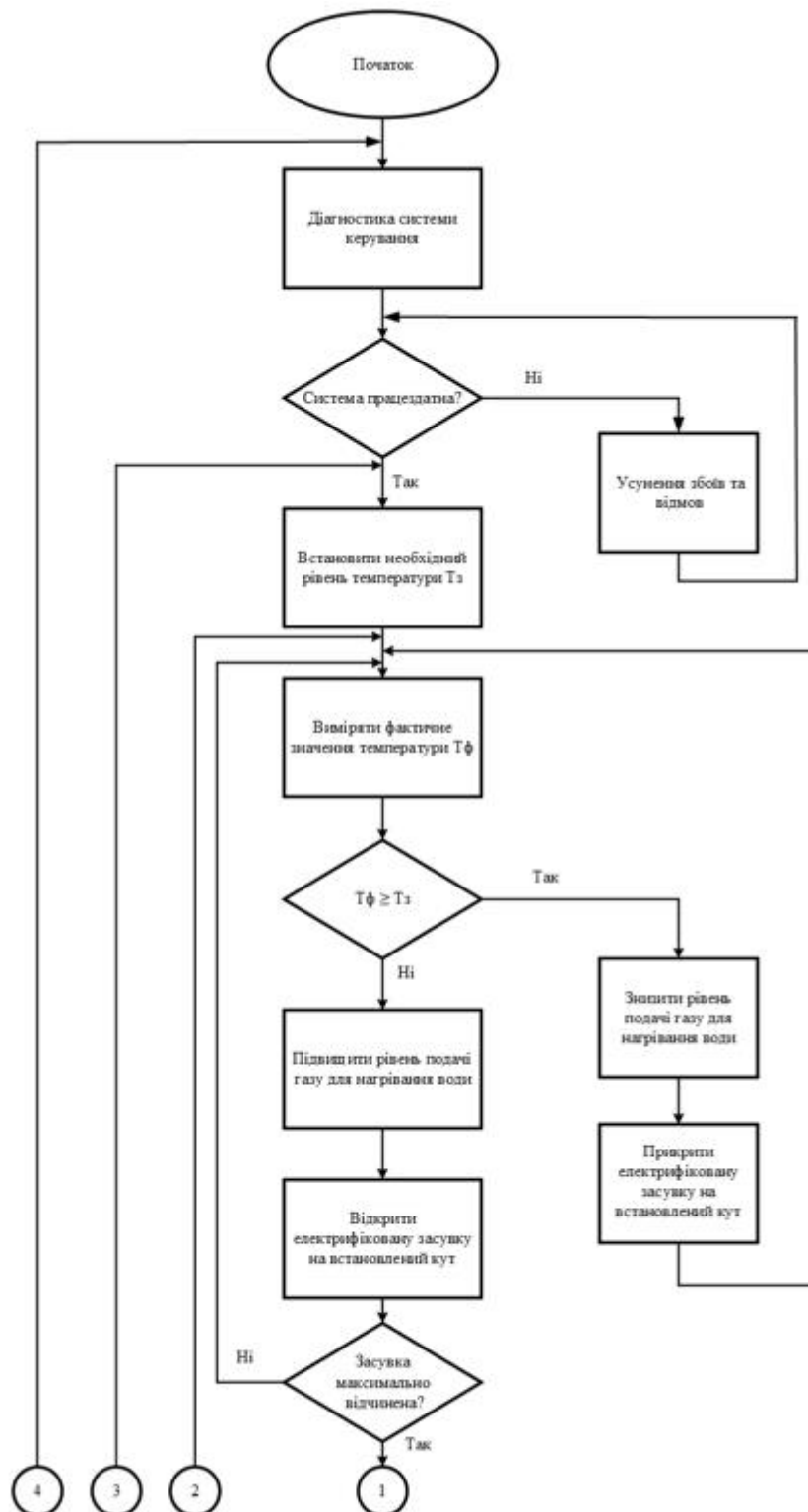


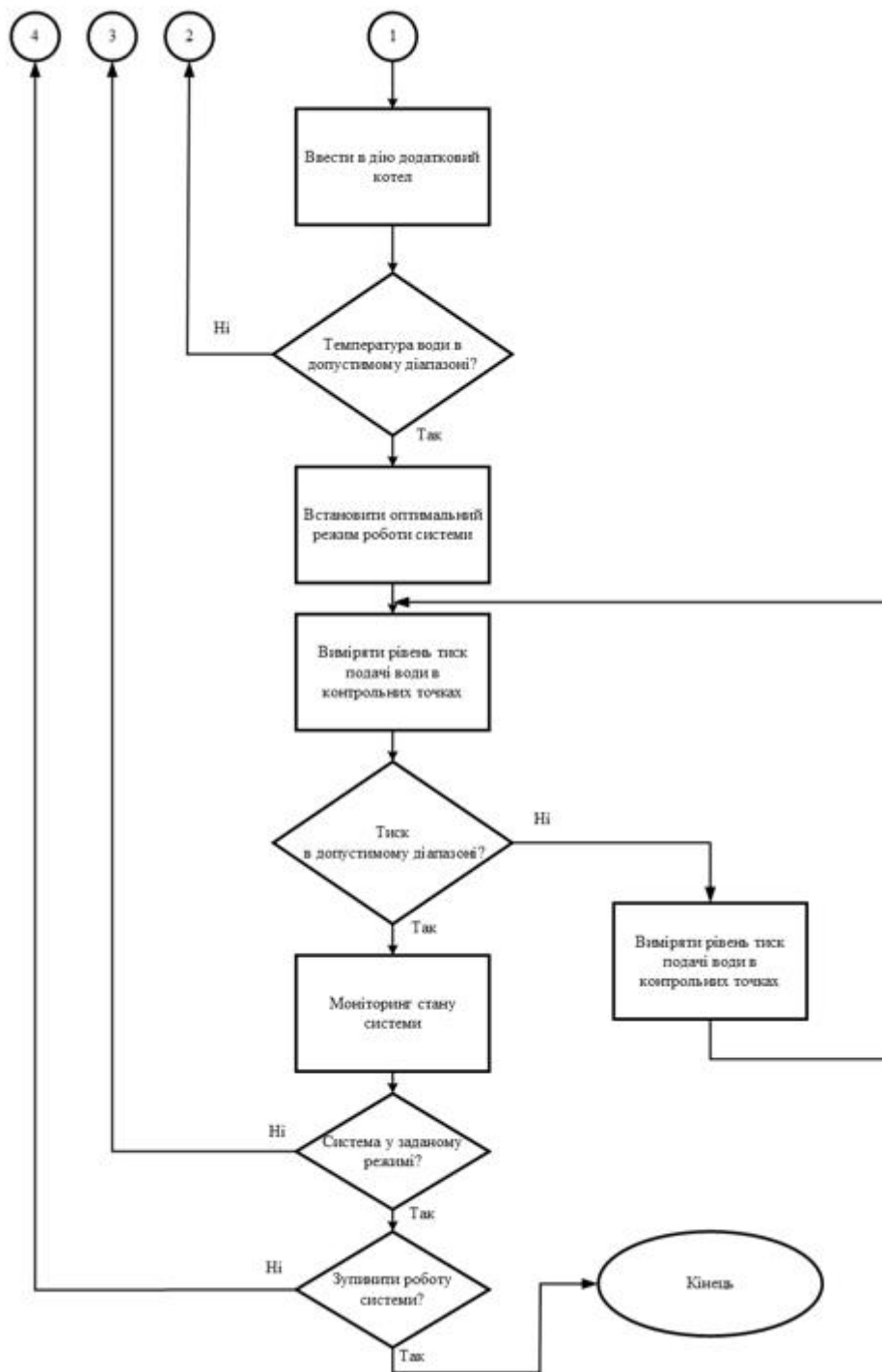
Рисунок 2.2 Алгоритм роботи віддаленого моніторингу котельної

Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат

ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ

Арк.

17



Продовження рисунка 2.2 Алгоритм роботи віддаленого моніторингу котельної

Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат

ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ

Арк.

18

3. РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ ПРИСТРОЮ

Мікросхема з процесором Intel 8085 є 8-бітовим мікропроцесором загального призначення, який був випущений в 1976 році. Він був одним із перших процесорів, розроблених Intel для персональних комп'ютерів.

Процесор Intel 8085 має архітектуру базового набору інструкцій (ISA), яка включає 74 різних операційних коди, таких як арифметичні операції, логічні операції, операції з пам'яттю, операції з регістрами та управління програмою. Він підтримує внутрішню пам'ять розміром 64 Кбайт.

У мікросхемі з процесором Intel 8085 також присутні й інші компоненти, необхідні для його працездатності. Один з таких компонентів - регістровий файл, який включає різні регістри загального призначення для зберігання даних та адрес. Ці регістри можуть використовуватись для виконання операцій над даними, а також для зберігання адрес пам'яті для доступу до даних та інструкцій.

Технічні характеристики:

Тактова частота (МГц): 3; 5; 6

Розрядність регістрів: 8 біт

Розрядність шини даних: 8 біт

Розрядність шини адреси: 16 біт

Обсяг адресується пам'яті: 64 Кбайт

Кількість транзисторів 6500

Техпроцес (нм): 3000 (3 мкм)

Корпус: 40-контактний керамічний або пластмасовий DIP-корпус

Технології, які підтримуються: 90 інструкцій

Іншим важливим компонентом є арифметико-логічний пристрій (ALU), який відповідає за виконання арифметичних та логічних операцій, таких як додавання, віднімання, логічне І, логічне АБО тощо. ALU може працювати з даними, які знаходяться у регістрах, а також з даними, що знаходяться в пам'яті.

Для забезпечення комунікації з пам'яттю та

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		19

введенням/виведенням, мікросхема також містить систему шини. Шина даних передає дані між процесором та пам'яттю або зовнішніми пристроями, а шина адреси використовується для передачі адрес пам'яті.

Окрім цього, у мікросхемі Intel 8085 також є тактовий генератор, який генерує тактовий сигнал, необхідний для синхронізації операцій процесора. Цей сигнал керує виконанням кожної операції, дозволяючи процесору працювати в синхронізації з іншими компонентами системи.

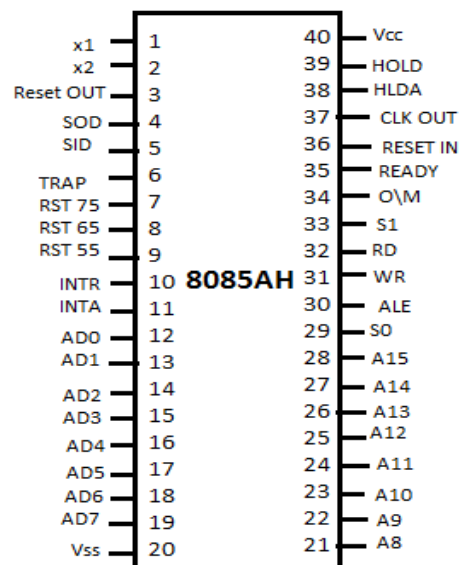


Рисунок 3.1 – Призначення виводів 8085АН

У центральному процесорному модулі з процесором Intel 8085АН включені наступні компоненти: процесор Intel 8085АН, два буферні регістри і8282, двонаправлений шинний формувач m8286, мультиплексор SN74LS257, зовнішній резонатор (ZQ, C2) і схема формування скидання (R1, C1, S).

Процесор Intel 8085АН є 8-бітовим мікропроцесором загального призначення з суміщеною шиною даних і шиною адреси. Шина адреси передає старший і молодший байти адреси, використовуючи сигнал ALE (Address Latch Enable) для дозволу запису в буферні регістри. Дані передаються через шинний формувач.

Буферні регістри і8282 використовуються для поділу сигналів шини даних і шини адреси, щоб збільшити їх навантажувальну здатність. Вони зберігають адресу, яку можна передати на шину адреси, тоді як дані передаються через шинний формувач.

Мультиплексор SN74LS257 перетворює сигнали процесора в сигнали читання/запису пам'яті та зовнішніх пристроїв. Він дозволяє вибрати відповідний сигнал для операцій читання та запису.

Зовнішній резонатор (ZQ, C2) підключається до входів X1 і X2 мікропроцесора i8085 для стабілізації частоти системного генератора. Він використовує кварцовий резонатор з номінальною частотою 18500 кГц.

Схема формування скидання (R1, C1, S) використовується для створення короткочасного імпульсу з негативним переднім фронтом. Вона включає резистор R1 і конденсатор C1 з постійним часом зарядки 10 мкс. Перемикач S визначає момент розрядження конденсатора, що призводить до збросу системи. Після зарядки конденсатора RESI-вхід мікропроцесора повертається до логічної одиниці.

Це покриває основні компоненти і принципи роботи центрального процесорного модуля з процесором Intel 8085AH, а саме процесор, буферні регістри, шинний формувач, мультиплексор, зовнішній резонатор і схема формування скидання.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм..</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		21

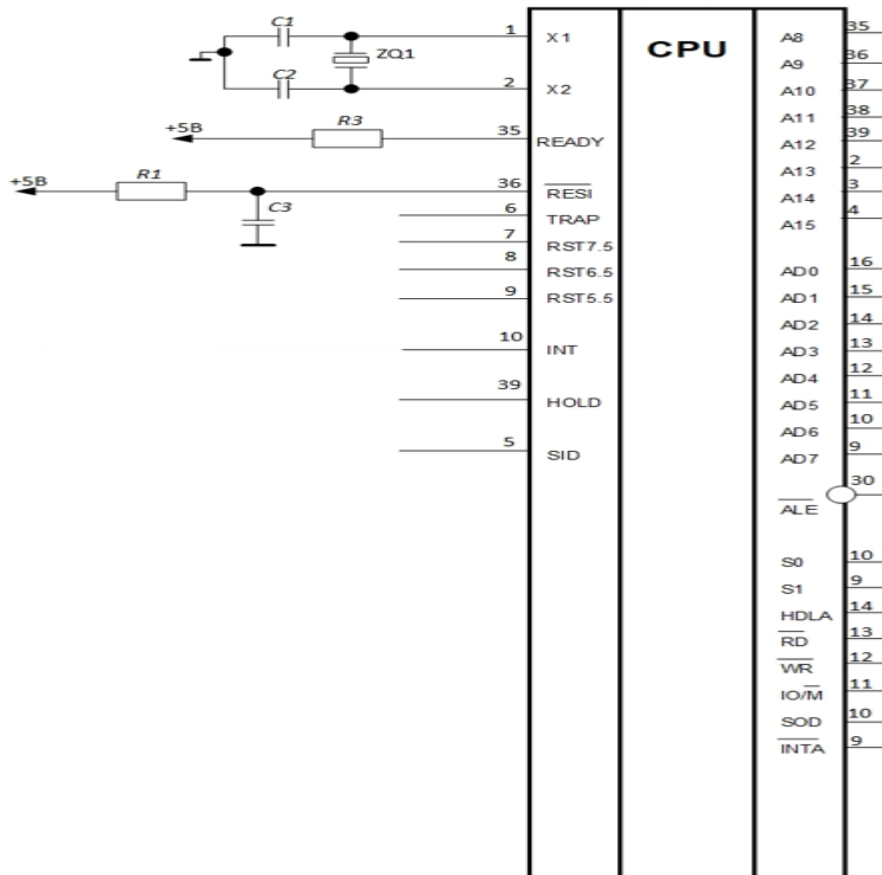


Рисунок 3.2 – Схема процесору Intel8085, з формою скидання.

- A15 ... A8 - вихідні лінії з трьома станами для видачі старшого байта адреси пам'яті або повного байта адреси УВВ. Вони переходять у третій стан у режимах HOLD, HALT і RESET.

- AD7 ... AD0 - двонаправлена мультиплексована шина з трьома станами для видачі молодшого байта адреси пам'яті або повної адреси УВВ у першому машинному такті машинного циклу, після чого використовуються як шина даних. При адресації УВВ адресна інформація обох півшин дублюється.

- ALE - строб розширення завантаження молодшого байта адреси пам'яті в зовнішній регістр для збереження його протягом машинного циклу. З'являється в першому такті машинного циклу. Регістр завантажується заднім фронтом сигналу ALE.

- RD, WR - строби читання і запису. Низький рівень відповідного сигналу свідчить про те, що адресована комірка пам'яті або УВВ повинні виконати операцію читання або запису (введення або виведення).

Вони переходять у третій стан в режимах HOLD, HALT і RESET.

- READY - вхід сигналу готовності зовнішнього пристрою.

- S1, S0 - сигнали стану мікропроцесора. Формуються на початку і зберігаються протягом всього машинного циклу.

- IO/M - сигнал вибору пам'яті або УВВ. При високому рівні відбувається звернення до УВВ, при низькому - до пам'яті. Разом з сигналами S1 і S0 сигнал IO/M ідентифікує тип машинного циклу.

- x1 і x2 - ці виводи підключаються до частотно-задаючих (хронуючих) ланцюгів для забезпечення роботи внутрішнього тактового генератора мікропроцесора. Частота на виводах x1 і x2 вдвічі вище робочої частоти.

- RESIN - вхід сигналу скидання мікропроцесора.

- CLK - вихід синхроімпульсів для синхронізації мікропроцесорної системи. Частота CLK вдвічі нижче частоти на виводах x1 і x2.

- RESET - вихідний сигнал скидання для зовнішніх модулів системи, пов'язаний з тактовими імпульсами CLK і відрізняється від RESIN за фазою.

- INTR - (Interrupt Request) - вхід запиту векторного переривання, що викликає генерацію строба INTA, якщо переривання дозволено програмою. Адреса підпрограми (вектор переривання) видається контролером зовнішнього пристрою. При скиданні прийом сигналу заборонений.

- INTA - (Interrupt Acknowledge) - вихід строба підтвердження векторного переривання після завершення поточного командного циклу.

Використовується для зчитування вектора переривання.

- RST 5.5; RST 6.5; RST 7.5 - входи запитів радіального переривання типу RST n (n = 5.5; 6.5; 7.5). Початкові адреси підпрограм обслуговування переривань дорівнюють $8 \times n$. Пріоритети фіксовані, найвищий пріоритет у входу 7.5. Пріоритети всієї групи запитів вище пріоритету запиту INTR. Запити масковані, причому незалежно один від одного.

- TRAP - вхід запиту немаскованого переривання, що має максимальний пріоритет.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ</i>	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		23

- SID, SOD - (Serial Input Data, Serial Output Data) - вхід і вихід послідовної передачі даних. За командою RIM вхідний біт завантажується у старший біт акумулятора, за командою SIM - виводиться з цього розряду.
- HOLD - вхід сигналу вимоги ПДП.
- HLDA - вихід сигналу підтвердження ПДП.

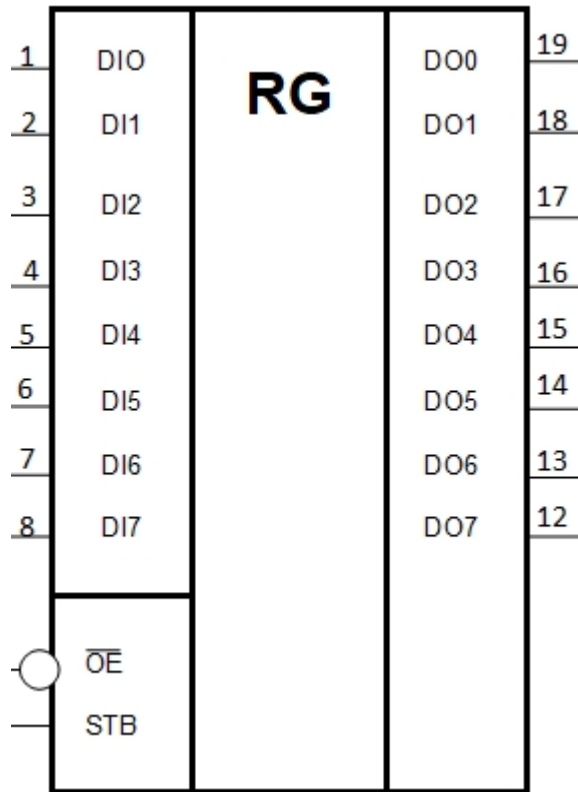


Рисунок 3.3 – Буферний регістр 8282

Буферний регістр 8282 є інтегральною мікросхемою, яка має восьмирозрядну структуру та використовується для збереження та передачі даних.

Вхідні дані DI0-DI7 використовуються для передачі восьмирозрядної інформації у буферний регістр 8282. Кожен вхід DI представляє один біт вхідних даних.

Вихідні дані DO0-DO7 використовуються для отримання восьмирозрядної інформації з буферного регістра 8282. Кожен вихід DO

представляє один біт вихідних даних.

Сигнал OE (Output Enable) використовується для управління виходами буферного регістра 8282. Коли сигнал OE активний (зазвичай низький рівень), вихідні дані будуть доступні на виходах DO0-DO7. Якщо сигнал OE неактивний (зазвичай високий рівень), виходи будуть вимкнені.

Сигнал STB (Strobe) використовується для керування операціями запису та збереження в буферному регістрі 8282. Коли сигнал STB активний (зазвичай фронтовий фронт або низький рівень), дані з входів DI0-DI7 будуть записані у регістр та збережені. Після запису сигнал STB зазвичай повертається у неактивний стан для виконання наступних операцій.

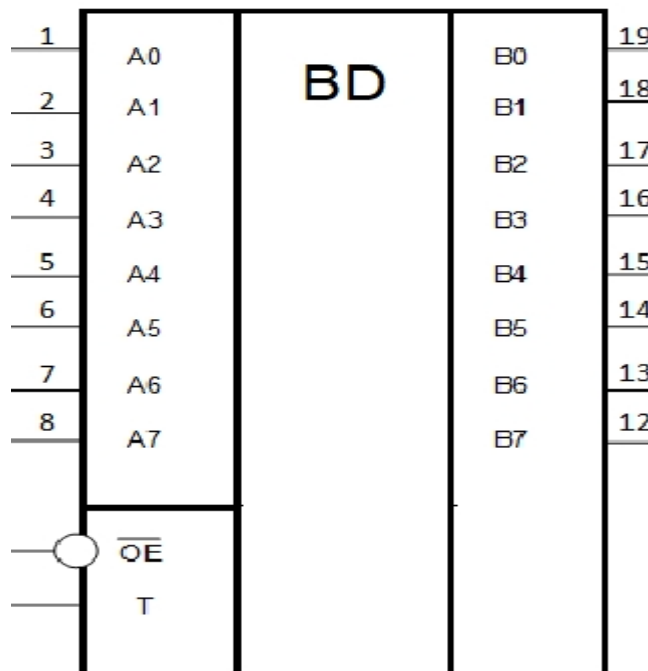


Рисунок 3.4 – Двонаправлений шинний формувач M8286

M8286 є інтегральною мікросхемою, яка використовується для формування двонаправленої шини з восьмирозрядними даними.

Вхідні дані A0-A7 представляють восьмирозрядну шину даних, яку ви бажаєте передати за допомогою шинного формувача M8286. Кожен вхід A представляє один біт вхідних даних.

Вихідні дані B0-B7 представляють восьмирозрядну шину даних, яку отримуєте з шинного формувача M8286. Кожен вихід B представляє один біт вихідних даних.

Сигнал OE (Output Enable) використовується для управління доступом до вихідних даних шинного формувача M8286. Коли сигнал OE активний

(зазвичай низький рівень), вихідні дані будуть доступні на виходах В0-В7. Якщо сигнал OE неактивний (зазвичай високий рівень), виходи будуть вимкнені.

Сигнал T (Transfer) використовується для керування операціями передачі даних через шинний формувач M8286. Коли сигнал T активний (зазвичай фронтовий фронт або низький рівень), дані з входів A0-A7 будуть передані на виходи В0-В7. Після передачі сигнал T зазвичай повертається у неактивний стан для наступних операцій.

Таким чином, є можливість використовувати вхідні дані A0-A7 для передачі інформації через шинний формувач M8286 і отримати ці дані з вихідних виводів В0-В7. Сигнал OE використовується для управління доступом до даних, а сигнал T - для керування операціями передачі даних через шинний формувач.

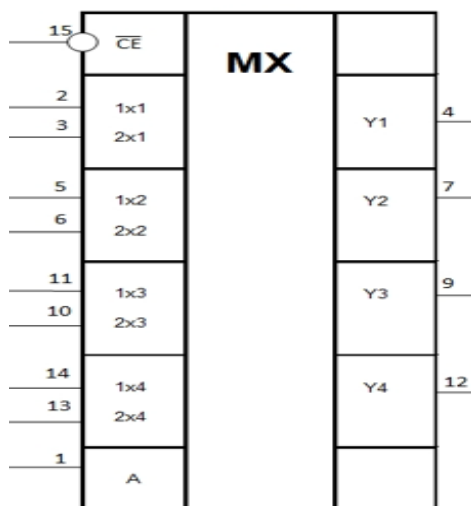


Рисунок 3.5 – Мультиплексор SN74LS257

Мультиплексор SN74LS257 є логічною інтегральною схемою, яка використовується для мультиплексування даних. У вас є наступні елементи, пов'язані з цим мультиплексором:

- Входи 1x1, 2x1, 1x2, 2x2, 1x3, 2x3, 1x4, 2x4: Ці входи використовуються для вибору вхідних даних, які потрібно мультиплексувати. Залежно від комбінації значень на цих входах, один зі вхідних сигналів буде вибраний для передачі на виходи.

- Вхід А: Це вхідний сигнал, який передає дані, що мультиплексуються. Залежно від значень на вхідних сигналах вибору (1x1, 2x1, 1x2, 2x2, 1x3, 2x3, 1x4, 2x4), вхід А буде вибрано для подальшої передачі на виходи.

- Вхід CE (Chip Enable): Цей вхідний сигнал використовується для включення або вимкнення мультиплексора. Коли сигнал CE має високий рівень (зазвичай 1), мультиплексор активний і готовий до операцій мультиплексування. Коли сигнал CE має низький рівень (зазвичай 0), мультиплексор вимкнений і виходи неактивні.

- Виходи Y1, Y2, Y3, Y4: Ці виходи мультиплексора передають вибраний вхідний сигнал (залежно від вхідних сигналів вибору) на виходи мультиплексора. Залежно від комбінації значень на вхідних сигналах вибору, відповідний вихідний сигнал буде активний.

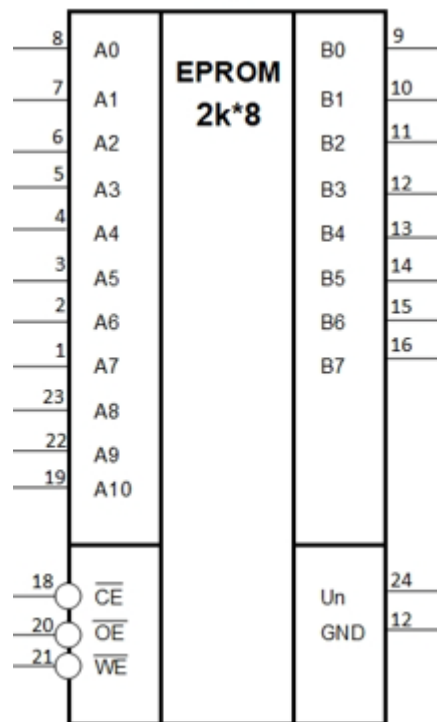


Рисунок 3.6 – Інтегральна схема електронної пам'яті типу EPROM M2716

M2716 - це інтегральна схема електронної пам'яті типу EPROM (erasable programmable read-only memory).

- Входи A0-A10: Ці входи використовуються для адресування конкретної локації пам'яті. Залежно від комбінації значень на цих входах, ви вибираєте конкретну комірку пам'яті для зчитування або запису даних.

- Виходи B0-B7: Ці виходи використовуються для виводу даних з пам'яті. Залежно від операції (зчитування або запису) та вибраної комірки пам'яті, дані можуть бути введені на ці виходи для запису.

- Входи CE (Chip Enable), OE (Output Enable), WE (Write Enable): Ці входи керують режимами роботи пам'яті.

- Вхід CE (Chip Enable) використовується для активації пам'яті. Коли сигнал CE має високий рівень (зазвичай 1), пам'ять активна і готова до операцій зчитування або запису.

- Вхід OE (Output Enable) використовується для включення виведення даних з пам'яті. Коли сигнал OE має високий рівень (зазвичай 1), дані зчитуються з вибраної комірки пам'яті на входи B0-B7.

- Вхід WE (Write Enable) використовується для дозволу запису даних в пам'ять. Коли сигнал WE має високий рівень (зазвичай 1) і відповідна комірка пам'яті вибрана для запису, дані можуть бути записані з входів B0-B7 в пам'ять.

- Вихід UN (Unprotect): Цей вихід використовується для вимкнення захисту вмісту пам'яті. Коли сигнал UN має високий рівень (зазвичай 1), захист вмісту пам'яті вимикається і дозволяється запис даних в комірки пам'яті.

- Вихід GND (Ground): Це вихід, який повинен бути з'єднаний з землею (негативним джерелом живлення) для правильної роботи схеми.

Загалом, з використанням входів адреси, входів даних та керуючих входів (CE, OE, WE,) ви можете зчитувати або записувати дані в пам'ять M2716 відповідно до потреб вашої системи.

MP5516 - це пам'яті типу EEPROM або Flash з входами та виходами для керування і зчитування даних (рис. 3.7). Давайте розглянемо елементи, які ви навели:

- Входи A0-A10: Це вхідні адресні лінії, які використовуються для вибору конкретної комірки пам'яті для зчитування або запису даних.

- CS (Chip Select): Цей вхідний сигнал використовується для активації чипу (пам'яті). Коли CS активний (низький рівень), це дозволяє виконувати операції з пам'яттю.

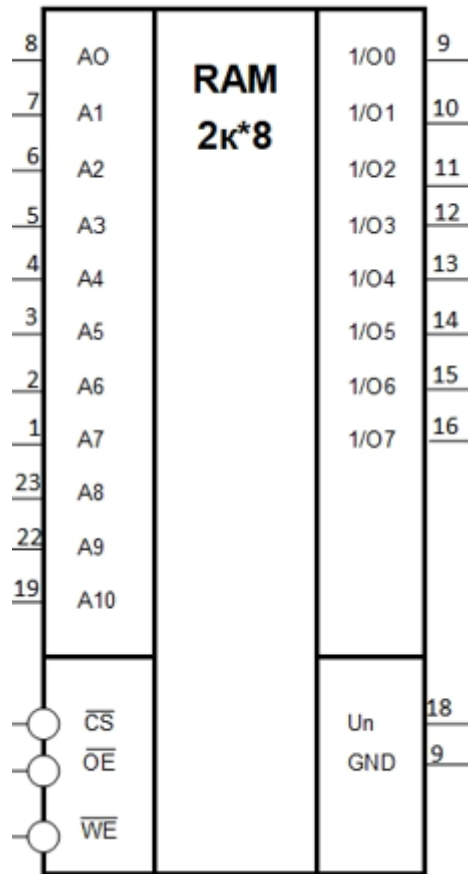


Рисунок 3.7 Інтегральна схема електронної пам'яті типу RAM MP5516

- OE (Output Enable): Цей вхідний сигнал використовується для увімкнення виходів пам'яті. Коли OE активний (низький рівень), виходи даних будуть включені і готові до зчитування.

- WE (Write Enable): Цей вхідний сигнал використовується для дозволу запису в пам'ять. Коли WE активний (низький рівень) і відповідний адрес з входів A0-A10 встановлений, дані можуть бути записані в пам'ять.

- Виходи 1/O0-1/O7: Це вихідні лінії даних, які передають зчитані або записані дані з пам'яті. Ви можете підключити ці виходи до відповідних вхідних портів чи інших пристроїв вашої системи для подальшої обробки або використання даних.

- GND (Ground): Це заземлюючий контакт, який повинен бути підключений до землі вашої системи для забезпечення правильної роботи пристрою.

ADG5206 є мікросхемою аналого-цифрового переключача (англ. analog-digital switch) компанії Analog Devices (рис. 3.8). Вона має чотири незалежні канали, кожен з яких може переключати аналогові або цифрові сигнали.

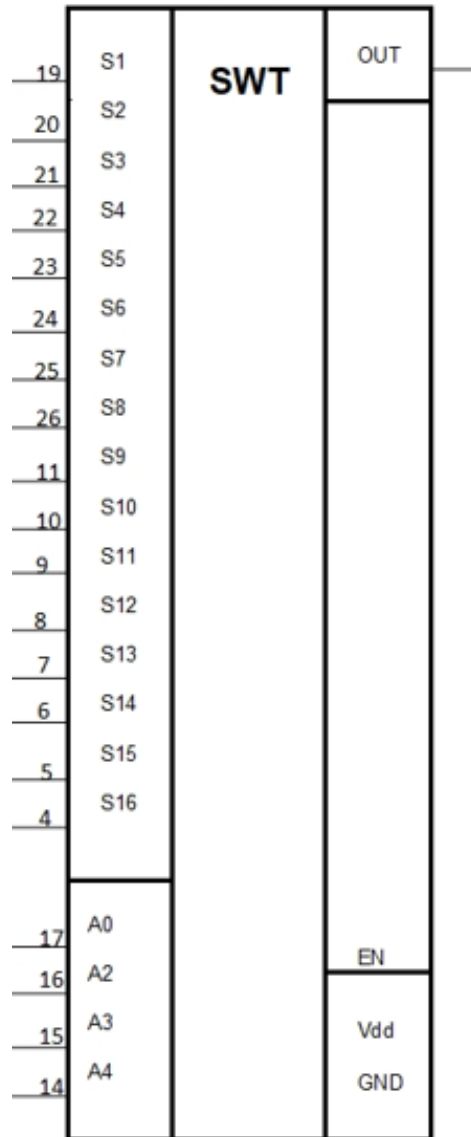


Рисунок 3.8 Мікросхема аналого-цифрового перетворювача ADG5206

Елементи ADG5206 включають:

- EN (Enable): Вхідний сигнал, який увімкнює або вимикає переключач.
- VDD: Живлення мікросхеми.
- GND: Заземлення мікросхеми.

- A0-A3: Вхідні сигнали для керування переключенням каналів. Ці сигнали встановлюють конфігурацію переключателя, вказуючи, які канали мають бути відкриті або закриті.

- S1-S16: Вхідні або вихідні сигнали, які можуть бути підключені до каналів переключателя.

- OUT: Вихідний сигнал, який надає вихідний сигнал з обраного каналу.

Таким чином, ADG5206 дозволяє вибрати один з декількох вхідних або вихідних сигналів шляхом керування вхідними сигналами A0-A3 та переключенням відповідного каналу.

AD571 є мікросхемою аналого-цифрового перетворювача (англ. analog-to-digital converter, ADC) компанії Analog Devices (рис. 3.9).

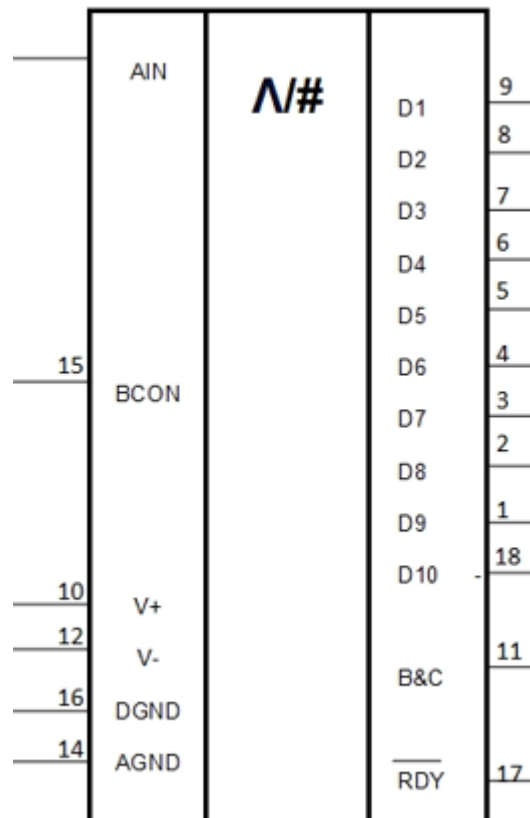


Рисунок 3.9 – Мікросхема аналого-цифрового перетворювача AD571

Основні елементи AD571 включають:

Вхід:

- AIN: Аналоговий вхід, куди підключається аналоговий сигнал для перетворення в цифровий формат.

Живлення:

- VCON: Вхід для зовнішнього контролю інтерфейсу.

- V+: Позитивне джерело живлення.

- V-: Негативне джерело живлення.

- DGND: Земля для цифрової частини мікросхеми.

- AGND: Земля для аналогової частини мікросхеми.

Вихід:

- D1-D10: Цифрові виходи, де представлені цифрові значення після перетворення аналогового сигналу.

- B&C: Цифровий вихід для вказівки стану перетворювача.

- RDY: Вихідний сигнал, що вказує на готовність мікросхеми до здійснення нового перетворення.

AD571 здатен перетворювати аналогові сигнали в цифровий формат з високою точністю та швидкістю.

8255 є мікросхемою вводу-виводу (англ. input/output, I/O) компанії Intel (рис. 3.10).

Основні елементи 8255 включають:

Вхід:

- D0-D7: Вхідні дані, куди передаються цифрові сигнали для введення до мікросхеми.

- A0-A1: Вхідні адресні лінії, що використовуються для вибору режиму та вибору порту вводу-виводу.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		32

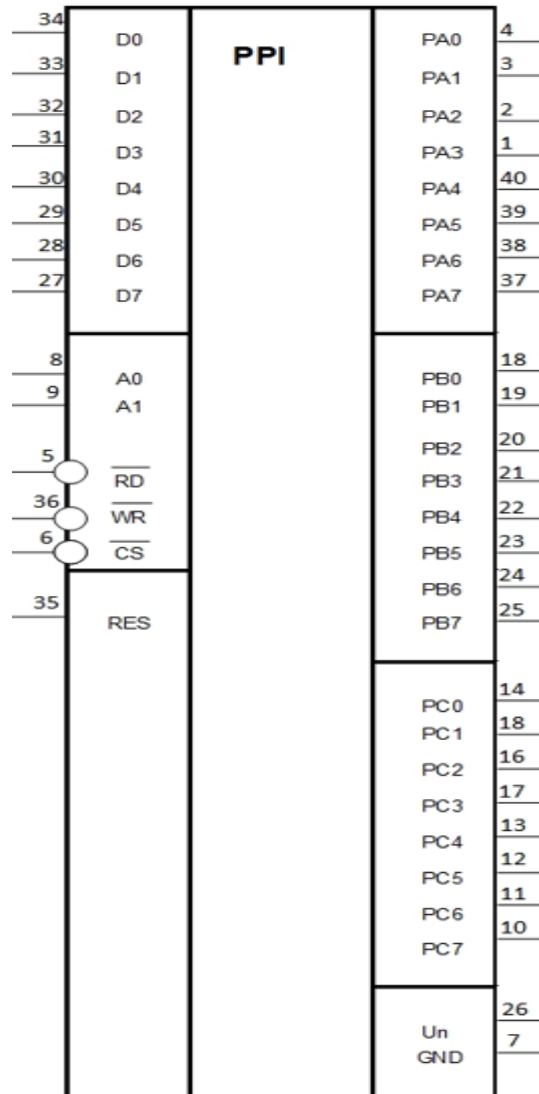


Рисунок 3.10 - Мікросхемою вводу-виводу 8255

Контроль:

- RD: Сигнал читання, який вказує на зчитування даних з вказаного порту.
- WR: Сигнал запису, який вказує на запис даних до вказаного порту.
- CS: Сигнал вибору мікросхеми, що використовується для активації 8255.

Вихід:

- PA0-PA7: Вихідні порти A0-A7, де передаються цифрові дані для виведення з мікросхеми.

- PB0-PB7: Вихідні порти B0-B7, де передаються цифрові дані для виведення з мікросхеми.

- PC0-PC7: Вихідні порти C0-C7, де передаються цифрові дані для виведення з мікросхеми.

Живлення:

- Un: Позитивне джерело живлення.

- GND: Земля для мікросхеми.

8255 забезпечує можливість зчитування та запису цифрових даних на внутрішні порти та зовнішні пристрої. Використовується для контролю введення-виводу в різних додатках, включаючи комп'ютерні системи, промислові автоматизовані системи, робототехніку та інші.

Intel 8085 є 8-бітним мікропроцесором, який може взаємодіяти з різними елементами схеми, включаючи зазначені вами елементи. Основна взаємодія між Intel 8085 та іншими елементами може включати:

1. Взаємодія з 8255: Мікропроцесор Intel 8085 може програмувати порти вхідного/вихідного пристрою 8255, щоб виконувати зчитування та запис даних з/на зовнішні пристрої. Він може встановлювати значення вхідних портів (PA, PB, PC) та зчитувати значення з вихідних портів для обміну даними з іншими елементами схеми.

2. Взаємодія з AD571: Мікропроцесор Intel 8085 може взаємодіяти з аналого-цифровим перетворювачем AD571. Він може встановлювати вхідний сигнал (AIN) AD571 та зчитувати цифрові виходи (D1-D10), щоб отримати цифрове представлення вхідного аналогового сигналу.

3. Взаємодія з ADG5206: Мікропроцесор Intel 8085 може керувати мультиплексором ADG5206, встановлюючи вхідні сигнали (A0-A3) та сигнал увімкнення (EN). Це дозволяє мікропроцесору вибрати потрібний канал вхідного сигналу, який подається на вихід (OUT).

4. Взаємодія з MP5516: Мікропроцесор Intel 8085 може взаємодіяти з пам'яттю з випадковим доступом MP5516. Він може передавати адреси (A0-A10), сигнали керування (CS, OE, WE) та отримувати дані з виходів (1/O0-1/O7), щоб зчитувати та записувати дані в пам'ять.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ</i>	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		34

5. Взаємодія з M2716: Мікропроцесор Intel 8085 може взаємодіяти з енергонезалежною пам'яттю M2716. Він може передавати адреси (A0-A10), сигнали керування (CE, OE, WE) та отримувати дані з виходів (D0-D7), щоб зчитувати та записувати дані в пам'ять.

6. Взаємодія з SN74LS257: Мікропроцесор Intel 8085 може керувати мультиплексором SN74LS257, встановлюючи вхідні сигнали (1x1, 2x1, 1x2, 2x2, 1x3, 2x3, 1x4, 2x4) та сигнал вибору (A, CE). Це дозволяє мікропроцесору вибирати потрібний вхідний канал та отримувати відповідний вихідний сигнал (Y1, Y2, Y3, Y4).

7. Взаємодія з 8282: Мікропроцесор Intel 8085 може взаємодіяти з буферним регістром 8282. Він може передавати дані на входи (DI0-DI7) та отримувати збережені дані з виходів (DO0-DO7). Сигнали (OE, STB) використовуються для керування виходами.

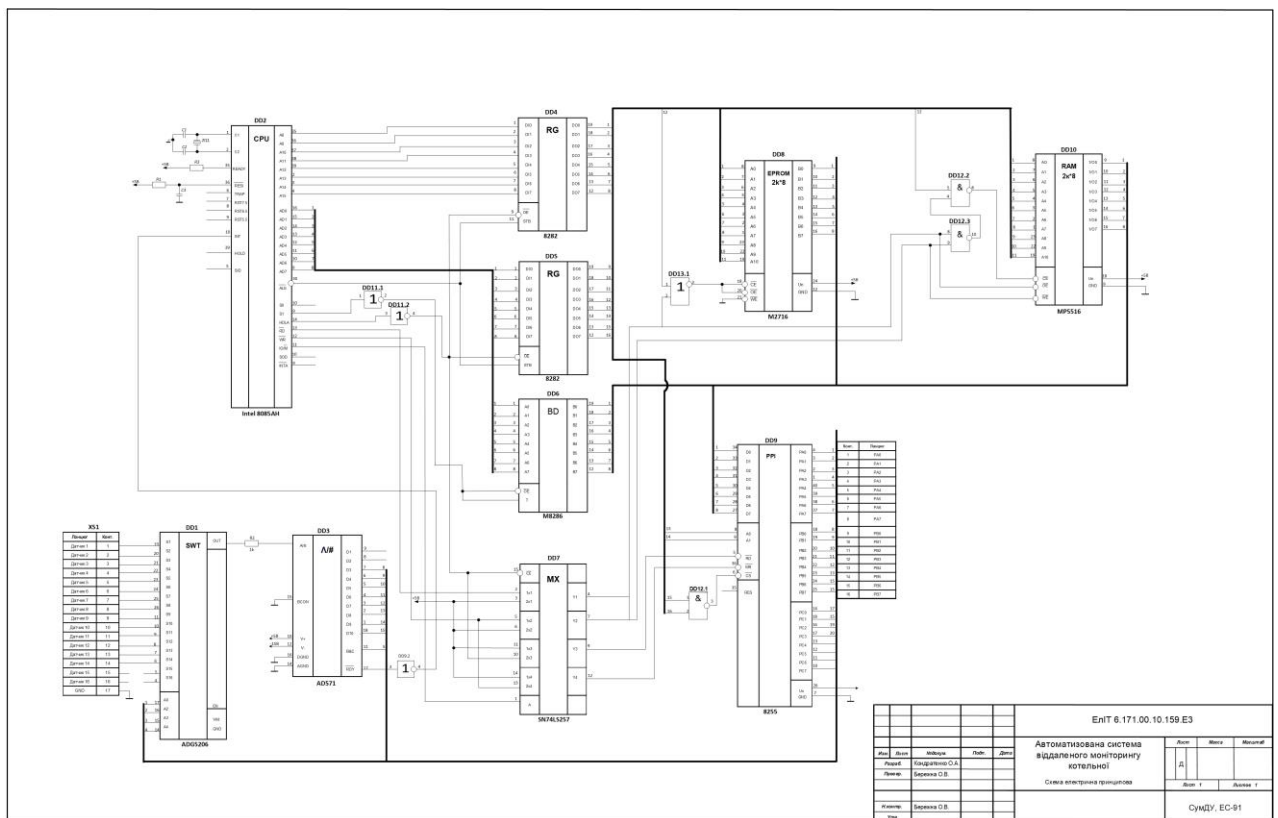


Рисунок 3.11 - Схема електрична принципова

4 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ

Множення двох чисел

...

ORG 1000H ; Початкова адреса програми

START:

LXI H, 2000H ; Завантажуємо адресу першого числа у регістр H та L
MOV A, M ; Завантажуємо перше число з пам'яті до регістру A

INX H ; Збільшуємо адресу до другого числа
MOV B, M ; Завантажуємо друге число з пам'яті до регістру B

MVI C, 00H ; Обнуляємо регістр C (нижній байт результату)
MVI D, 00H ; Обнуляємо регістр D (верхній байт результату)

MULTIPLY_LOOP:

MOV E, B ; Зберігаємо друге число в регістрі E
ANI 01H ; Перевіряємо найменший біт регістру A

JZ SKIP_ADDITION ; Якщо найменший біт = 0, переходимо до пропуску додавання

DAD D ; Додаємо верхній байт результату до DE
MOV D, H ; Зберігаємо результат у верхньому байті

SKIP_ADDITION:

DAD B ; Додаємо DE до BC
MOV B, H ; Зберігаємо результат у нижньому байті

RLC ; Зсуваємо біти результату вліво

DCX D ; Зменшуємо значення регістра D (верхнього байту) на 1
JNZ MULTIPLY_LOOP ; Якщо регістр D не дорівнює нулю, повторюємо цикл множення

INX H ; Збільшуємо адресу для збереження результату
MOV M, C ; Зберігаємо нижній байт результату в пам'ять

INX H ; Збільшуємо адресу для збереження верхнього байту результату
MOV M, D ; Зберігаємо верхній байт результату в пам'ять

									Арк.
									36
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат					

ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ

HLT ; Завершуємо виконання програми

; Дані

; Розміщені у пам'яті починаючи з адреси 2000H

DB 05H ; Перше число

DB 03H ; Друге число

END ; Кінець програми

Цей код завантажує два числа з пам'яті (адреси 2000H і 2001H), множить їх разом і зберігає результат (16-бітове число) у наступній адресі пам'яті. Треба змінити значення 'DB' (байт даних) на власні числа.

Код використовує цикл множення, який здійснює послідовні додавання і зсуви бітів для отримання результату множення. Результат (нижній байт і верхній байт) зберігається у відповідних адресах пам'яті після виконання програми.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм..</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		37

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ІНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ SCADA-СИСТЕМИ

В сучасних умовах автоматизація та віддалений моніторинг різних технічних процесів є надзвичайно важливими аспектами для забезпечення ефективності та надійності роботи промислових об'єктів. Одним із важливих завдань автоматизації є контроль та оптимізація роботи котельних систем, які забезпечують постачання тепла для різних промислових та житлових об'єктів.

Автоматизована система віддаленого моніторингу котельної дозволяє забезпечити централізований контроль та управління котельним обладнанням, моніторинг параметрів та аварійних ситуацій, а також здійснювати збір, аналіз та збереження даних про роботу котельної. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни у параметрах системи, запобігати аварійним ситуаціям та забезпечувати ефективну та безперебійну роботу котельної системи.

Для реалізації автоматизованої системи віддаленого моніторингу котельної використовується програмне забезпечення SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). У даній роботі використовується програмне забезпечення Trace Mode 6, яке є потужним інструментом для розробки та налагодження SCADA-систем. Trace Mode 6 надає широкі можливості для збору, візуалізації та аналізу даних з різних джерел, а також для налагодження та керування промисловими процесами.

Мнемосхема є важливою частиною автоматизованої системи віддаленого моніторингу котельної. Вона надає графічне відображення об'єкту керування, його стану та параметрів. Основна мета мнемосхеми - забезпечити оператору зручний та зрозумілий інтерфейс для контролю та управління системою.

Мнемосхема котельної містить різні елементи та об'єкти, зокрема датчики температури, тиску, витрати води та газу, клапани, котли та інші компоненти системи. Кожен з цих елементів відображається графічно та має свої показники та параметри, що відображаються на мнемосхемі.

Наприклад, датчики температури можуть бути представлені у вигляді графічних символів з показниками поточної температури у відповідних точках системи. Датчики тиску також можуть бути позначені відповідними символами та відображати поточні значення тиску. Для вимірювання витрати води та газу можуть бути використані графічні маркери з показниками витрати.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм..</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		38

Клапани та котли також можуть бути представлені на мнемосхемі у вигляді символів з можливістю відображення їхнього стану (відкрито/закрито) та поточних параметрів (наприклад, потужність котла).

Графічне представлення компонентів системи на мнемосхемі дозволяє оператору швидко оцінити стан системи, контролювати параметри та приймати рішення щодо її управління. Оператор може взаємодіяти з мнемосхемою, змінювати налаштування, відкривати та закривати клапани, регулювати параметри котлів та інші дії для забезпечення ефективної роботи системи.

Мнемосхема в програмі Trace Mode 6 надає широкі можливості для візуалізації та контролю системи котельної. Вона дозволяє налаштовувати розміщення елементів, керувати їхнім виглядом, змінювати кольори, відображати анімацію та багато іншого. Це дозволяє створити зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для оператора, що сприяє ефективному контролю та управлінню котельною системою.

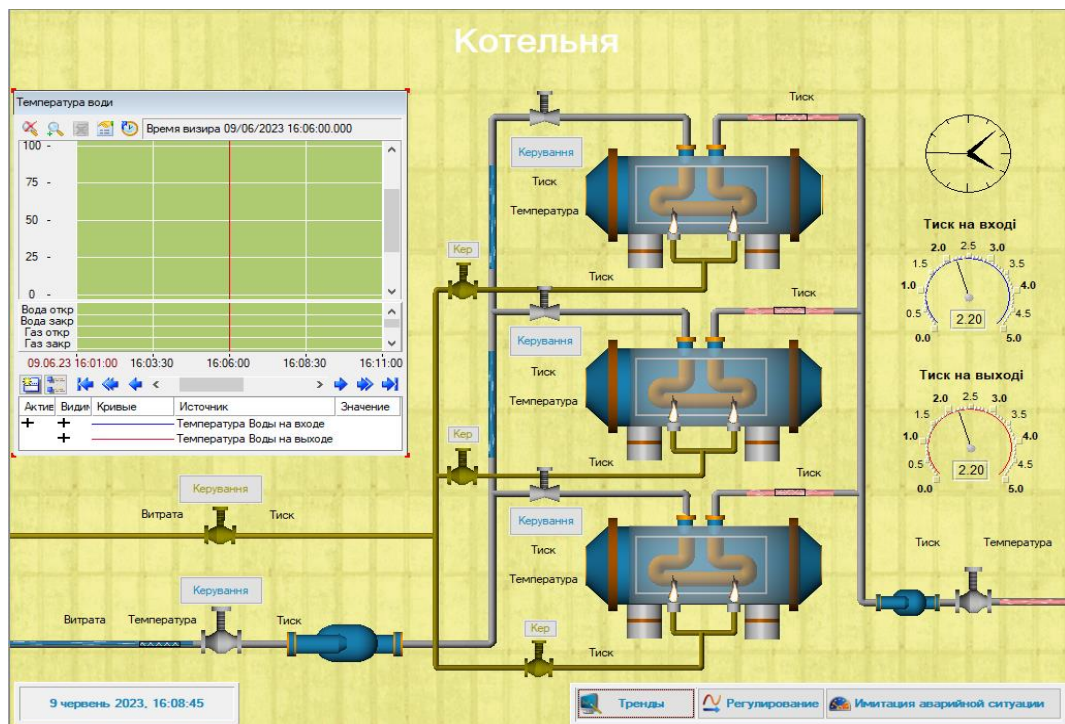


Рисунок 5.1. - Мнемосхема котельної

Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат

Панель керування системи віддаленого моніторингу котельної має наступні функціональні елементи:

1. Тренди: На панелі керування доступні графіки трьох котлів, які відображають зміну температури, кількості води та газу на вході, а також кількості води на виході з кожного котла. Графіки дозволяють оператору візуально спостерігати за зміною цих параметрів протягом певного періоду часу, що допомагає виявляти тенденції, аномалії та здійснювати аналіз роботи системи.

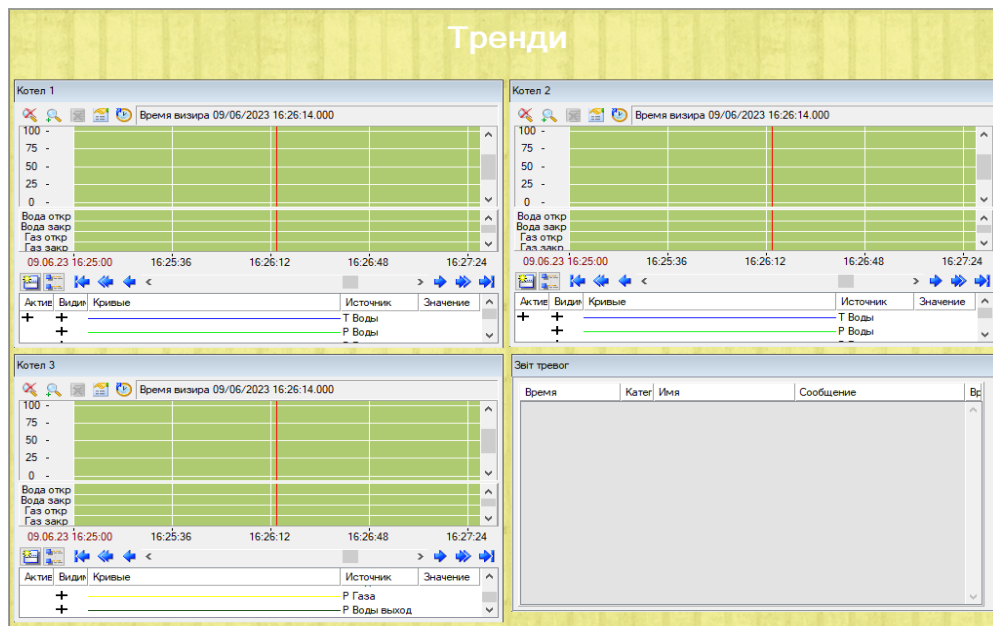


Рисунок 5.2. - Тренди

2. Імітація аварійної ситуації : На панелі керування присутні функції, які дозволяють оператору симулювати аварійну ситуацію, наприклад, збільшення тиску на виході кожного котла. Це дає можливість перевірити реакцію системи на таку ситуацію та оцінити її ефективність управління та захисту. Крім того, оператор може змінювати тиск на виході кожного котла, щоб регулювати роботу системи відповідно до вимог і потреб.

3. Регулювання: Панель керування також надає можливість оператору регулювати параметри температури та тиску з використанням графіків. Оператор може встановлювати цільові значення, а система автоматично

Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат

регулюватиме параметри для досягнення заданих цілей. Графіки дозволяють оператору спостерігати за змінами параметрів та вносити коригування за необхідності.

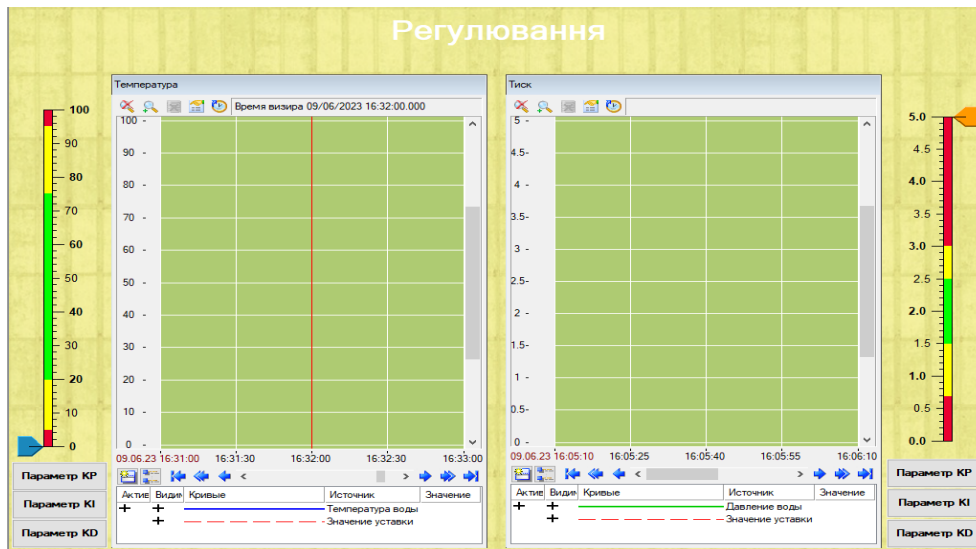


Рисунок 5.3. Регулювання

Ця панель керування забезпечує оператора зручним та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом для керування та моніторингу системи котельної. Вона дозволяє в реальному часі відстежувати та керувати роботою котлів, забезпечувати стабільну температуру та тиск, а також аналізувати та оптимізувати роботу системи для досягнення оптимальної ефективності.

Розглянемо деталі графічного та текстового кодів

Графічний код панелі керування відображає візуальні елементи, такі як кнопки, індикатори, графіки та інші елементи інтерфейсу. Він створюється з використанням інструментів SCADA-системи, таких як Trace Mode 6. Графічний код дозволяє розміщувати та налаштовувати елементи керування, задавати їх зовнішній вигляд та поведінку, а також встановлювати зв'язки між ними.

Текстовий код панелі керування відповідає за функціональність та логіку роботи панелі. В ньому використовуються мови програмування, такі як логічні вирази, умовні оператори, цикли та інші конструкції для обробки даних, зчитування та запису значень, обчислень та регулювання параметрів системи. Текстовий код забезпечує взаємодію з графічним інтерфейсом та реалізацію необхідної функціональності.

Комбінація графічного та текстового кодів дозволяє створювати потужні та функціональні панелі керування в інструментальній середовищі SCADA-системи. Вона дозволяє розробникам втілювати потрібну функціональність, забезпечувати відображення даних, керування системою та моніторинг її роботи.

Приведу приклад графічного коду ПІД регулятор температури

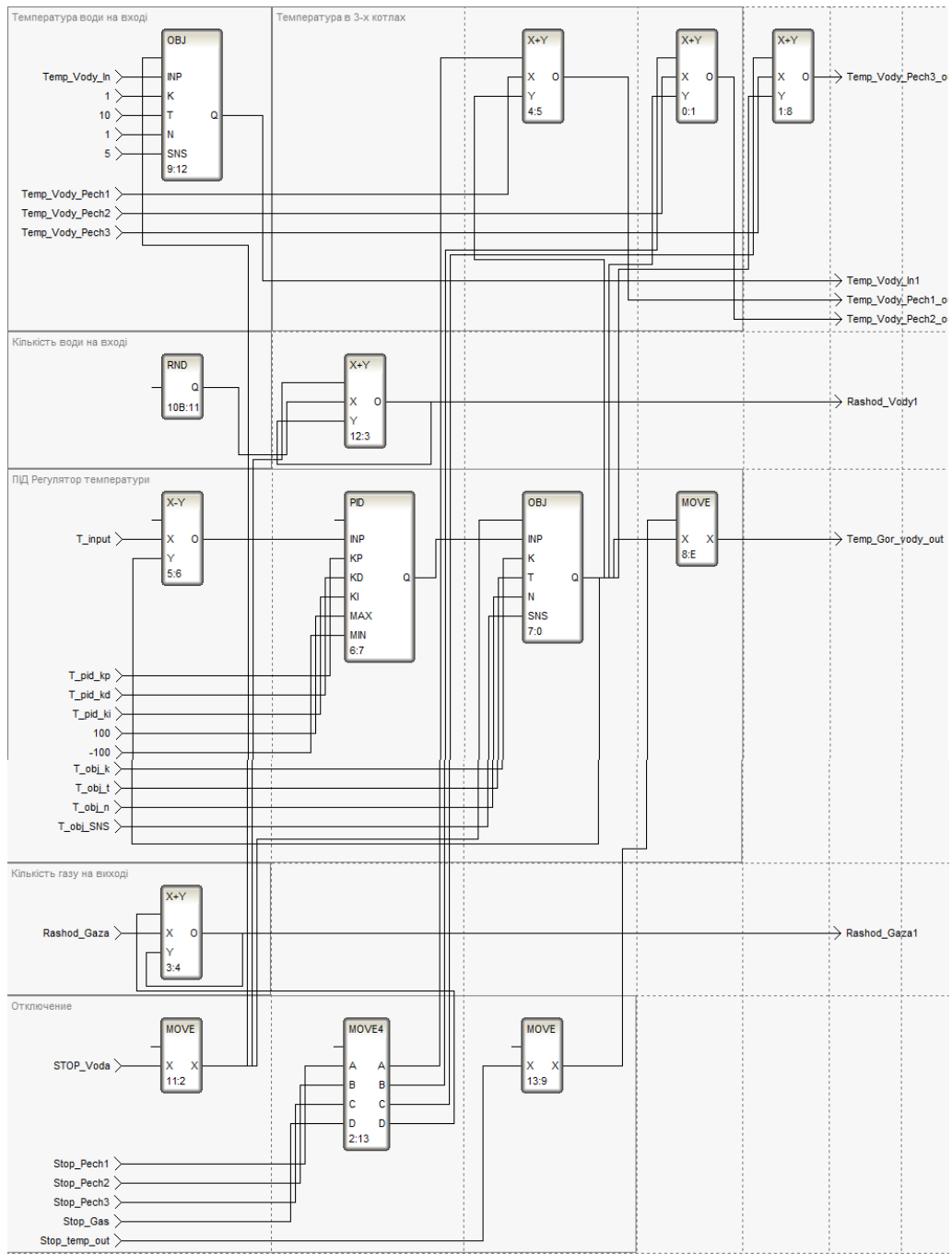


Рисунок 5.4 Графічний код ПІД регулятор температури

Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат
------	------	----------	--------	-----

Розглянемо окремі блоки цього коду

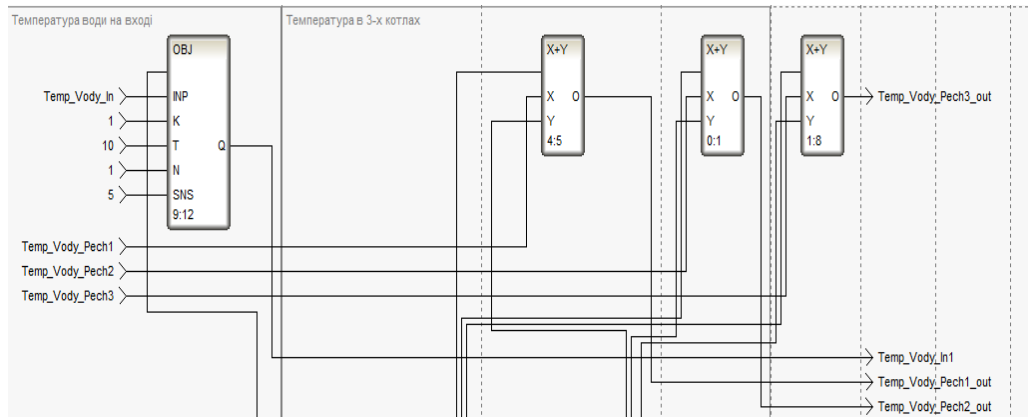


Рисунок 5.5 Блок «Температура води на вході»

Блок Температури води на вході має такі параметри:

1. Вхідний параметр `Temp_Vody_In` представляє собою значення температури води на вході.
2. Значення `Temp_Vody_In` копіюється до змінної `Temp_Vody_In1`.
3. Значення `Temp_Vody_In1` використовується для визначення температури в кожному з трьох котлів:
 - Значення `Temp_Vody_Pech1` (температура води в першому котлі) встановлюється рівним `Temp_Vody_In`.
 - Значення `Temp_Vody_Pech2` (температура води в другому котлі) встановлюється рівним `Temp_Vody_In`.
 - Значення `Temp_Vody_Pech3` (температура води в третьому котлі) встановлюється рівним `Temp_Vody_In`.
4. Оновлені значення температури кожного котла виводяться як вихідні параметри `Temp_Vody_Pech1_out`, `Temp_Vody_Pech2_out` та `Temp_Vody_Pech3_out`.



Рисунок 5.6 Блок «Кількість води на вході»

1. Блок "RND" генерує випадкове число.
 - Він не приймає жодних вхідних параметрів.
 - Результатом роботи блоку "RND" є випадкове число, яке може бути використане в подальшому в коді.
2. Блок "X+Y" виконує операцію додавання двох чисел X і Y.
 - Вхідні параметри блоку "X+Y" - це значення X та значення Y.
 - Результатом роботи блоку "X+Y" є сума значень X і Y.
3. Блок "Кількість води на виході" використовує вхідний параметр "Rashod_Vody1" для обчислення кількості води на виході.
 - Вхідні параметри блоку "Кількість води на виході" включають "Temp_Vody_In1", "Temp_Vody_Pech1", "Temp_Vody_Pech2", "Temp_Vody_Pech3", "Temp_Vody_Pech1_out", "Temp_Vody_Pech2_out", "Temp_Vody_Pech3_out".
 - Вихідний параметр "Rashod_Vody1" містить кількість води на виході, яка обчислюється з вхідних параметрів.

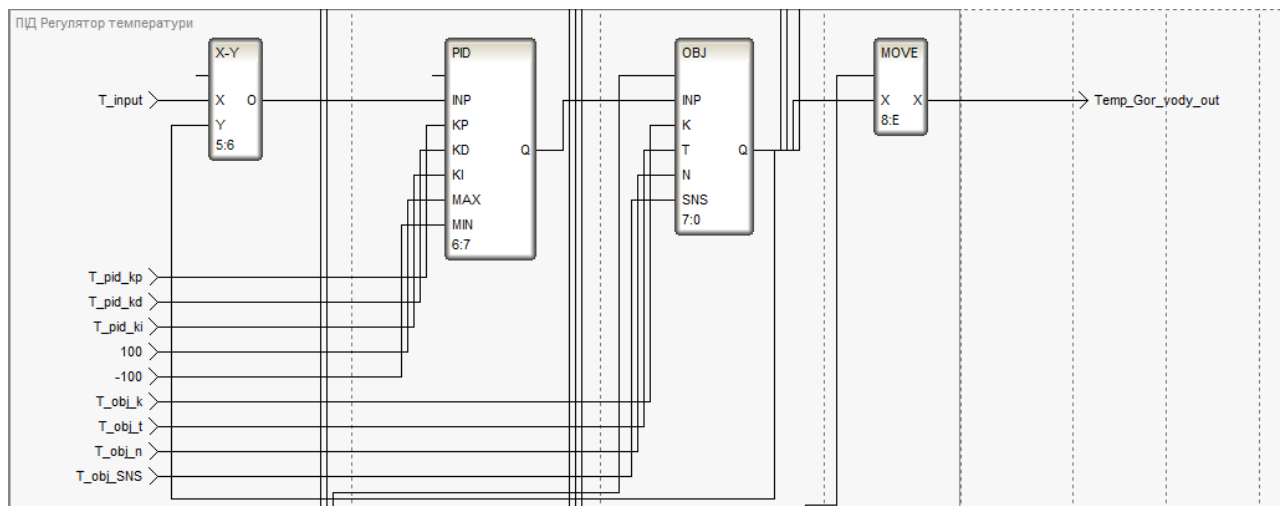


Рисунок 5.7 Блок «ПІД регулятор температури»

1. Вхідний параметр "T_input" - це значення температури, яке подається на вхід блоку.
2. Блок "x-y" віднімає від вхідного параметра "T_input" значення "100" та обмежує його в діапазоні від -100 до 100.
 - Вхідним параметром блоку "x-y" є "T_input".
 - Вихідним параметром блоку "x-y" є різниця між "T_input" та "100", обмежена в діапазоні від -100 до 100.

Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат

ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ

Арк.

44

3. Блок "PID" використовує параметри "T_pid_kp", "T_pid_kd" і "T_pid_ki" для регулювання вихідного сигналу.

- Вхідні параметри блоку "PID" включають вхідне значення з блоку "х-у" та параметри "T_pid_kp", "T_pid_kd" і "T_pid_ki".

- Результатом роботи блоку "PID" є вихідний сигнал, який використовується для керування системою.

4. Блок "OBJ" використовує параметри "T_obj_k", "T_obj_t", "T_obj_n" та "T_obj_SNS" для моделювання поведінки системи.

- Вхідні параметри блоку "OBJ" включають вихідний сигнал з блоку "PID" та параметри "T_obj_k", "T_obj_t", "T_obj_n" та "T_obj_SNS".

- Результатом роботи блоку "OBJ" є вихідний сигнал, який представляє поведінку системи відповідно до заданих параметрів.

5. Блок "Move" приймає значення з блоку "OBJ" та присвоює його вихідному параметру "Temp_Gor_vody_out".

- Вхідним параметром блоку "Move" є вихідний сигнал з блоку "OBJ".

- Вихідним параметром блоку "Move" є значення, яке присвоюється вихідному параметру "Temp_Gor_vody_out".



Рисунок 5.8. Блок «Кількість газу на виході»

Блок "Кількість газу на виході" відповідає за вимірювання та обробку кількості газу, яка виходить з системи. У нього вхідний параметр "Rashod_Gasa", який представляє значення витрати газу на вході блоку. Цей параметр подається на вхід блоку "X+Y".

Блок "X+Y" виконує додавання значення "Rashod_Gasa" до інших вхідних параметрів, які можуть бути підключені до цього блоку. Після додавання значення "Rashod_Gasa" до інших вхідних параметрів, отримане значення переходить на вихід блоку "X+Y".

Наступним кроком є підключення виходу "Rashod_Gasa1" блоку "X+Y" до вихідної точки, що представляє кількість газу на виході системи. Це значення може використовуватися для подальшого моніторингу, аналізу або

керування процесами в системі, пов'язаними з газом.

Таким чином, блок "Кількість газу на виході" приймає значення витрати газу на вході, додає його до інших параметрів за допомогою блоку "X+Y" і видає кінцевий результат у вигляді кількості газу на виході системи, яке подається на вихід "Rashod_Gas1".

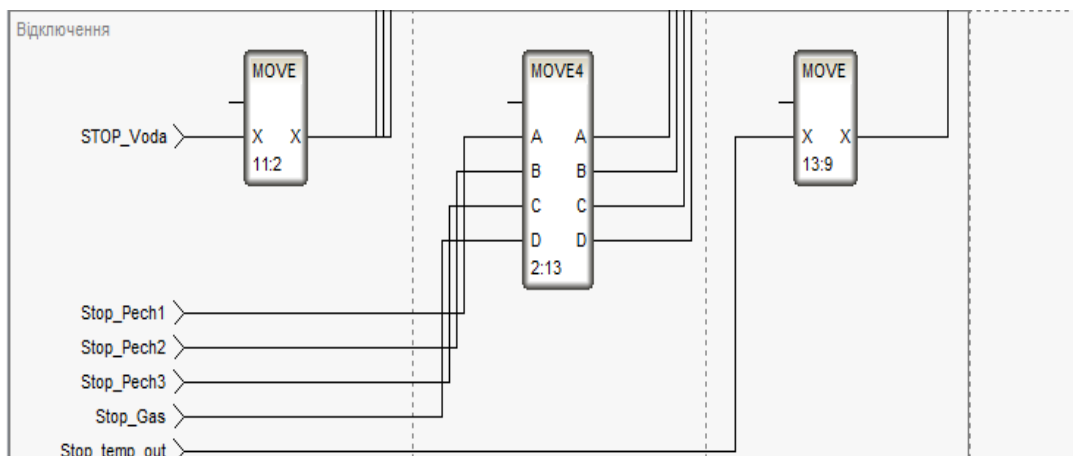


Рисунок 5.9 Блок «Відключення»

Блок "Відключення" відповідає за процес припинення роботи системи та вимкнення необхідних компонентів на основі заданих параметрів. У цьому блоку маємо кілька вхідних параметрів, які контролюють різні аспекти системи.

Перший параметр "Stop_Voda" використовується для вимкнення подачі води в систему. Цей параметр подається на вхід блоку "MOVE". Якщо значення "Stop_Voda" рівне 1, то блок "MOVE" зупиняє подачу води, а якщо значення рівне 0, то подача води продовжується.

Далі маємо параметри "Stop_Pech1", "Stop_Pech2", "Stop_Pech3" та "Stop_Gas", які використовуються для вимкнення роботи котлів і газових клапанів. Ці параметри подаються на вхід блоку "MOVE4". Якщо значення будь-якого з цих параметрів рівне 1, то блок "MOVE4" зупиняє відповідний котел або газовий клапан, а якщо значення рівне 0, то відповідний компонент продовжує працювати.

Останній параметр "Stop_Temp_Out" використовується для вимкнення системи в разі досягнення певної температури на виході. Цей параметр подається на вхід блоку "MOVE". Якщо значення "Stop_Temp_Out" вище заданого порогового значення, то блок "MOVE" виконує вимкнення системи.

Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат

Розглянемо приклад текстового коду Тиску гарячої води

PROGRAM

```
VAR_INPUT Pech1 : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT Pech11 : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Pech2 : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT Pech21 : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Pech3 : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT Pech31 : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Stop_Dav1 : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Stop_Dav2 : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Stop_Dav3 : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Pech1_Change : REAL := 0.0033; END_VAR
VAR_INPUT Pech2_Change : REAL := 0.0022; END_VAR
VAR_INPUT Pech3_Change : REAL := 0.0011; END_VAR
VAR_OPEN : REAL := 0; END_VAR
```

//Тиск гарячої води

```
if Stop_Dav1 == _OPEN then
    Pech11=Pech1+Pech1_Change;
else Pech11=Pech1;
end_if;

if Stop_Dav2 == _OPEN
    then Pech21=Pech2+Pech2_Change;
    else Pech21=Pech2;
end_if;

if Stop_Dav3 == _OPEN then
    Pech31=Pech3+Pech3_Change;
else Pech31=Pech3;
end_if;
```

END_PROGRAM

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		47

Основний принцип роботи програми:

1. Визначення змінних:

- "Pech1", "Pech2", "Pech3" - це вхідні змінні типу REAL, які представляють значення тиску гарячої води в трьох водонагрівачах.

- "Pech11", "Pech21", "Pech31" - це вихідні змінні типу REAL, які представляють нові значення тиску гарячої води в трьох водонагрівачах.

- "Stop_Dav1", "Stop_Dav2", "Stop_Dav3" - це вхідні сигнали типу REAL, які вказують стан відкритості/закритості водопровідної магістралі для кожного водонагрівача.

- "Pech1_Change", "Pech2_Change", "Pech3_Change" - це вхідні змінні типу REAL, які представляють значення зміни тиску гарячої води для кожного водонагрівача.

- "_OPEN" - це константа типу REAL, яка використовується для позначення відкритого стану водопровідної магістралі.

2. Регулювання тиску гарячої води:

- Перевіряється стан сигналів "Stop_Dav1", "Stop_Dav2", "Stop_Dav3" для кожного водонагрівача.

- Якщо сигнал "Stop_Dav1" дорівнює значенню "_OPEN", то значення тиску "Pech1" збільшується на "Pech1_Change", і нове значення записується в "Pech11".

- Аналогічно, якщо сигнал "Stop_Dav2" дорівнює значенню "_OPEN", то значення тиску "Pech2" збільшується на "Pech2_Change", і нове значення записується в "Pech21".

- Так само, якщо сигнал "Stop_Dav3" дорівнює значенню "_OPEN", то значення тиску "Pech3" збільшується на "Pech3_Change", і нове значення записується в "Pech31".

- Якщо сигнал для будь-якого водонагрівача не дорівнює значенню "_OPEN", значення тиску для цього водонагрівача залишається без змін.

3. Запис значень тиску:

- Оновлені значення тиску гарячої води для кожного водонагрівача записуються в відповідні вихідні змінні "Pech11", "Pech21", "Pech31".

Таким чином, програма виконує регулювання тиску гарячої води в трьох водонагрівачах залежно від стану вхідних сигналів і змінних, які визначають зміну тиску для кожного водонагрівача.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ</i>	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		48

ВИСНОВКИ

Отже, відповідно до завдання кваліфікаційної роботи було мною розроблено SCADA-систему для керування технологічним процесом котельні. Характеристики цієї SCADA-системи відповідають моїй задачі.

Наша SCADA-система дає змогу злагоджено управляти всіма процесами, блоками та компонентами котельні - від постачання палива до контролю над опаленням та виробництвом пари. Вона забезпечує надійне керування технологічним процесом, оптимізацію роботи котельні та забезпечує ефективну експлуатацію у виробничому середовищі.

У кваліфікаційній роботі бакалавра була розроблена структурна схема управління котельнею за допомогою SCADA-системи. Ця схема включає необхідні елементи управління та контролю, а також забезпечує збір та візуалізацію даних з котельні. Було обрано відповідні компоненти SCADA-системи, які враховують особливості технологічного процесу котельні.

Розроблена SCADA-система також передбачає можливість розширення, шляхом підключення нових компонентів та функцій, які можуть забезпечувати додаткові функції управління та контролю об'єктів та їх параметрів. Це дозволяє адаптувати систему до змінних потреб котельні та впроваджувати нові технології та методи управління.

Отримана SCADA-система може бути легко інтегрована до структурної системи управління котельнею, дозволяючи забезпечити автоматизоване та ефективне управління котельнею, контроль технологічного процесу та оптимізацію роботи системи опалення. Вона забезпечує не лише контроль та управління, але й збір та аналіз даних, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення для покращення ефективності котельні та забезпечення економічної вигоди для підприємства.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		49

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Instruments and Solutions for Automatic Boiler Control ,
URL: <https://control.com/technical-articles/instruments-and-solutions-for-automatic-boiler-control/> (дата звернення: 08.11.20)
2. Глущенко О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Котельні установки промислових підприємств». Кам'янське, 2019. 103 с.
URL: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/29/6-29-kl40.pdf>
3. Терпі Л.М. Бартельт. Industrial Automated Systems: Instrumentation and Motion Control. с.744.
URL: https://books.google.com.ua/books/about/Industrial_Automated_Systems_Instrumenta.html?id=ZXMKAAAAQBAJ&redir_esc=y (дата звернення: 08.06.10)
4. Пушкар М.С. , Проценко С.М. Проектування систем автоматизації: навч. посібник Дніпропетровськ : НГУ, 2013. 268 с.
5. Верба І.І., Даниленко О.В., Самойленко О.В. Обладнання автоматизованого виробництва: навч. посібник Київ: КПІ, 2020. 260 с.
6. Кондратенко О.А. «Розумний» USB-хаб модемного пулу автоматизованої системи / Бережна О.В., Арбузов В.В., Васильєв В.Р., Кривоніс Ю.І., Кондратенко О.А. // Фізика, електроніка, електротехніка (ФЕЕ-2023). Матеріали та програма науково-технічної конференції. – Суми: СумДУ, 2023. – С.72

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.159 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		50