

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Системи автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання
холодильного обладнання

Назва теми

КвРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

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

Шифр, назва

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

Назва

Виконав:

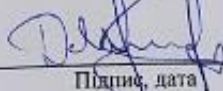
студент IV курсу, група АКІТ-18-1


Підпис

Єлсей КУТУКОВ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник


Підпис, дата

Денис МАКАРИШКІН

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 17 » червня 2022 р.

Хмельницький 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітній рівень Бакалавр

Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Мартинюк. В. В

“ 02 ” 03 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Кутукову Єлесею Ігоровичу

1. Тема роботи Система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодильного обладнання

Керівник роботи Макаришкін Денис Анатолійович, к.т.н., доцент

Затверджено наказом ректора університету від ”1”березня 2022р. №18

2. Строк подання студентом роботи на кафедру _____

3. Вихідні дані до роботи (характеристика об'єкта, умов дослідження та ін.)

Мета роботи розробка технічного та програмного забезпечення системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання

Об'єкт дослідження: процес вимірювання та частотне регулювання холодильних систем

Предмет дослідження є система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодильного обладнання

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

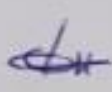


Вступ. Аналіз сучасних систем охолодження. Проектування системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання на основі ПЛК. Алгоритмічне та програмне забезпечення системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання.

Висновки.

Завдання отримав _____

Науковий керівник _____

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М. В. к.т.н., доцент		
Нормоконтроль	Корещька Л.О.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Вступ	15.03.2022	виконано
2	Аналіз сучасних систем охолодження	25.03.2022	виконано
3	Проектування системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання на основі ПЛК	10.04.2022	виконано
4	Алгоритмічне та програмне забезпечення системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання	10.05.2022	виконано
5	Висновки	15.05.2022	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до КРБ	25.05.2022	виконано
7	Оформлення презентаційних матеріалів	01.06.2022	виконано

Студент

Підпис

Прізвище, ініціали

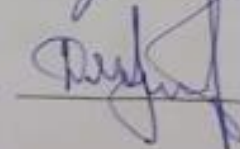


Кутуков С.І.

Керівник роботи

Підпис

Прізвище, ініціали



Макаришкін Д.А.

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодильного обладнання».

Автор роботи: Кутуков Єлесе́й Ігорович.

Керівник роботи: Макаришкін Денис Анатолійович.

Пояснювальна записка: 64с., 28 рис., 14 табл., 15 джерел.

Графічна частина: 15 презентаційних слайдів.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ЧАСТОТНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРИ, ЧАСТОТНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ, ДВИГУН, ТРИ ВЕНТИЛЯТОРИ, МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА, АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ, МАНОМЕТР, ФІЛЬТР-ОСУШНИК, ВИПАРОВУВАЧ, КОНДЕНСАТОР.

Метою роботи є розробка автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання.

У цій роботі розроблена система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодильного обладнання. В якості системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання був використаний програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК-100. Розроблена система автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання реалізує: постійний моніторинг та зміну параметрів тиску холодильної системи та температури холодильної камери, зміни температурного режиму за рахунок натискання спеціальної клавіші, постійної одночасної та автономної роботи двох вентиляторів.

Підпис студента



Дата 16.06.2022

ЗМІСТ

СКРОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	с. 4
ВСТУП	6
1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ ТА ЇХНІХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	8
1.1 Загальні відомості про холодильні системи	8
1.2 Існуючі холодильні агрегати, елементи та поняття що з ними зв'язані	17
1.3 Класифікація компресорів холодильних систем	28
1.4 Енергетичні показники холодильних систем	31
1.5 Висновки до першого розділу	33
2. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ЧАСТОТНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	34
2.1 Розробка структурної схеми системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання	34
2.2 Вибір технічних засобів та схемотехнічні рішення системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання	37
2.3 Висновки до другого розділу	50
3. АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ЧАСТОТНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	51
3.1 Алгоритм керування роботи холодильного обладнання	51
3.2 Мікропроцесорна програма керування системою автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання	59

КвРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ								
Зм.	Арк.	Медокум.	Підпис	Дата	Система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодильного обладнання	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Кутуков Є.І.		17.06.22		у	2	
Перевір.		Макарянскі Д.А.		17.06.22		ХНУ ір. АКІТ		
Н.контр.		Корещька Л.В.		17.06.22				
Затвер.		Мартинюк В.В.		17.06.22				

3.3 Висновки до третього розділу	64
ВИСНОВКИ	65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	66

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		2

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

- АД – асинхронний двигун
АС – агрегатний стан
АЕД – асинхронний електричний двигун
АК – алгоритм керування
АР – автоматичне регулювання
АСК – автоматизовані системи керування
АХС – абсорбційна холодильна машина
Вл – вентилятор
ВП – випарник
ДТ – датчик температури
ЕД – електронний двигун
ЗЛМІ – засоби людино-машинного інтерфейсу
КВР – кваліфікаційна робота
КМ – компресор
ЛМІ – людино-машинний інтерфейс
МПП – мікропроцесорна програма
МПКТ – мікропроцесорна та комп'ютерна техніка
МПТ – мікропроцесорна техніка
ОК – об'єкт керування
ОТ – охолоджуване тіло
ПЛК – програмований логічний контролер
ПТК – програмно-технічний комплекс
ППЗ – прикладне програмне забезпечення
ПКС – парокомпресійна система
САВПЧРХО – система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодильного обладнання

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

СК – система керування

ТО – технологічне обладнання

ТП – технологічний процес

ТПЗ – технічне та програмне забезпечення

ТР – температурний режим

ТХ – технічні характеристики

ХК – холодильна камера

ХО – холодильне обладнання

ХС – холодильна система

ЧІК – частотно-імпульсне керування

ЧП – частотний перетворювач

ЦСВ – цифрові системи вимірювання

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сучасний розвиток ХО та їх СК знаходиться на такому рівні, без якого є неможливим інтеграція суспільства з АСК у майбутньому. ХО можуть використовуватися, як на побутовому (малогабаритні ХС), так і на виробничому рівні (більш габаритні ХС). Такі системи, як ХС, використовуються для охолодження продуктів, необхідних матеріалів (різних систем), а також для ТП зберігання об'єктів охолодження під час транспортування, що дозволяє зберігати їхній оптимальний стан та початкові характеристики. При цьому використовуються статичні та мобільні ХС.

ХС знаходяться фактично у всіх сферах життєвої діяльності і дозволяють покращити технічні, економічні, організаційні, управлінські, виробничі, технологічні, креативні, інформаційні та цифрові аспекти сучасного комплексного та інтеграційного суспільства.

Однак, при використанні ХС є актуальним моніторинг, контроль, вимірювання, керування, регулювання та підтримання їх параметри в автоматизованому режимі. Для цього є необхідним розробка ЦСВ з використанням МПКТ з подальшим їх ТПЗ (розробка спеціалізованого ППЗ), і з покращеною точністю (малою похибкою) вимірювання, а це призводить до підвищення продуктивності та надійності ХС. Тому розробка САВПЧРХО критично є потрібна на певних складах (під час ТП), особливо це стосується продуктів короткого терміну придатності (молочні продукти, м'ясна продукція та інші). Завдяки САВПЧРХО можна підвищити ефективність ТП у якому є необхідним використання ХС, а саме ефективне підтримання та АР температури ХС, яка необхідна в суворих діапазонах для якоїсь конкретної рецептури виконання виробництва. Прикладом може бути виготовлення хлібних дріжджів, оскільки для зберігання заквасок потрібна стабільно низька температура. При зберіганні потрібна також постійна температура, але в дещо

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

вищих діапазонах, оскільки ще вища температура може призвести до знищення продукту.

В результаті зрозуміло, що без ХС життя не було б таким зручним (комфортним), тому актуальною проблемою є побудова структури, вміння обслуговувати (експлуатація) та будувати типові конфігурації САВПЧРХО.

Метою роботи є розробка ТПЗ САВПЧРХО.

Об'єкт дослідження є ТП вимірювання та частотне регулювання ХС.

Предметом дослідження є САВПЧРХО.

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ ТА ЇХНІХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1 Загальні відомості про холодильні системи

ХС — набір ХО, що відводить тепло від ХК при температурі нижчій, ніж температура зовнішнього оточення. ТП, що відбуваються в ХС, є окремими ТП термодинамічних випадків, тобто в яких є послідовна зміна параметрів стану робочих речовин: температури, тиску, питомого об'єму, ентальпії. ХС використовуючи ХО віднімають теплоту від ОТ і з витратою енергії (механічної, теплової і т. д.) передають її ХК (зазвичай воді або навколишньому повітрю), у якого більш висока температура, ніж у ОТ. ХС використовують для отримання температур від 10°C до -150°C . Якість роботи ХС характеризується пониженням температури, тобто її холодопродуктивністю.

Завдяки створенню САВПЧРХО та в подальшому використанню САВПЧРХО, людство впливати на температуру в середині ХС. Для побудови САВПЧРХО та керування ХО потрібно розуміти фізичні величини та фізичні явища.

Температура ХС — фізична величина, яка описує стан стандартної термодинамічної системи в ХС. У ХС в залежності від випадку, термодинамічної системи матиме любий об'єм ХС та низку різних чинників ХС, що будуть впливати на результати параметрів ДТ. Варто зазначити, що у температури немає певної шкали вимірювання, їх існує декілька: F, C та K. Між цими трьома шкалами існують свої різниці та особливості параметрів. За допомогою температури впливають на різні хімічні, біологічні та фізичні ТП. Одною з особливостей температури ХС – вона може сприяти зміні АС рідини, металів та газу. Наприклад у різних металів існують свої унікальні шкали температури плавлення, при яких вони переходять із твердого стану у рідкий,

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

втрачаючи одні свої властивості та отримуючи натомість інші, які сприяють деформації та набуванню нової форми. При використанні ХС нам такі особливості температури важливі, але вони не являються єдиними, оскільки чим нижча температура, тим повільніший ТП метаболізму та розкладання продуктів, що являє собою продовження терміну придатності харчів та їхньої можливої експлуатації. Таким самим чином, продукти які знаходяться в ХК, та які від'єднанні від джерел харчування чи живлення своїх тканин (якщо це м'ясо чи зірвана/зрізана рослина), вони за умови того що в середині буде нижча температура, а ніж назовні – зможуть довше зберігатися та бути придатними до вживання чи використання. У морозильній камері дещо нижча температура, ніж у ХК, вона повинна бути нижча за температуру замерзання води. Ось цей ТП дуже важливий та корисний при використанні морозильних камер, оскільки переважна кількість продуктів що там знаходяться – мають у своєму складі рідини, що складаються з води, а оскільки вона замерзне, то буде мати інші характеристики, а ніж у рідкому стані. Вода, будучи у твердому стані, практично не псується, тим самим перебування продуктів у морозильній камері може продовжувати термін придатності в велику кількість разів, що робить цей винахід дуже комфортним та корисним.

Цельсій(°C) має відносний початок вимірювання у шкалі 0°C. Вимірювання у цій шкалі відштовхується саме від 0°C, оскільки це переламна температура для двох станів води, а саме – рідкого та твердого. При температурі нижчій чим цей рубіж – вода перетворюється в лід, а при вищій – з льоду у воду. При самій ж температурі, яка становитиме 0°C – стан не визначений, оскільки це хибка грань, та на яку впливають інші властивості навколишнього середовища, такі як: вологість, тиск та інші. Побачити зображення типового термометра, що працює на основі рідини, з раніше названою шкалою ви можете на рисунку 1.1.

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

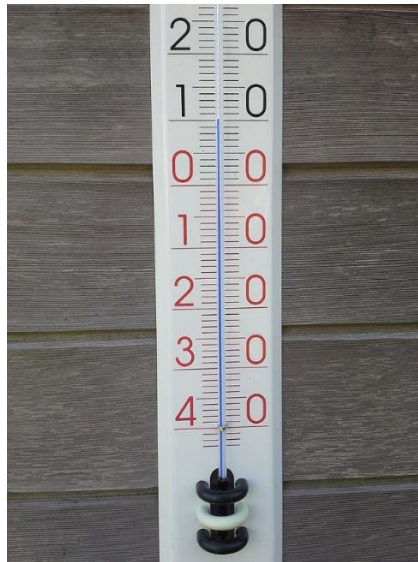


Рисунок 1.1 – Термометр по шкалі Цельсія

За часу існування епідемії Коронавірусу великої популярності зазнали пірометри(рисунок 1.2) безконтактні термометри, оскільки вони являються максимально гігієнічними для виміру температури.



Рисунок 1.2 – Вимір температури пірометром

Наступну одиницю шкали виміру температури ми розглянемо ту, яка доволі сильно пов'язана з попередньою, а саме – Кельвін(позначення К) . Пов'язані вони оскільки різниця між градусами у них має ідентичне значення у величині, тобто при один і тих умовах якщо температура навколишнього середовища зміниться на якусь певну величину, не в залежності чи то буде

додатне значення, чи від'ємне – різниця у кількості буде однаковою, продемонструємо наглядніше формулою (1.1):

$$n1^{\circ}\text{K} - n2^{\circ}\text{K} = n1^{\circ}\text{C} - n2^{\circ}\text{C}, \quad (1.1)$$

де $n1$ – початкове значення температури в ХК в однаковий період часу та на одному і тому самому географічному місці;

$n2$ – кінцеве значення температури ХК в однаковий період часу та на одному і тому самому географічному місці.

А все це тому, що різниця вимірювань цих величин становить 273 одиниці, оскільки за 0°K взятий «Абсолютний нуль», тобто та температура, при якій весь кінетичний рух чого-небудь зупиняється, а отже матерія перестає мати теплову енергію. Якщо переводити цю величину у Цельсій то ми отримаємо: $0^{\circ}\text{K} = -273^{\circ}\text{C}$.

Видатні фізики змогли обрахувати за формулами значення зміни енергії за рахунок зміни температури ($^{\circ}\text{K}$) на одиницю, це може зробити кожен вже по заготовленим формулам, що будуть зображені нижче (1.2):

$$1\text{K} = (1.380649/\text{k}) * 10^{-23}, \quad (1.2)$$

Де К – одиниця виміру температури за шкалою Кельвін;

k – ГП.

Також це рівняння можна виразити у наступному вигляді:

Наступною одиницею виміру температури у списку знаходиться Фаренгейт($^{\circ}\text{F}$). Ця одиниця для нашого континенту являється шаленою рідкістю, оскільки її використання для нашого суспільства являється нераціональним, оскільки всі люди звикли до Цельсія, а в даному випадку, на відміну від Кельвінів не існує прямої та легкої залежності однієї шкали від

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

іншої. Фаренгейт частіше всього використовується в країнах північної та південної Америки.

Зауважимо, що при Цельсіях температура плавлення льоду становить 0°C , при Кельвінах ця цифра становить -273°K , а ось уже в Фаренгейтах вона становить $+32^{\circ}\text{F}$. Відповідно є різниця у температурі кипіння при стандартних кліматичних та погодних умовах, у Цельсіях це $+100^{\circ}\text{C}$, у Кельвінах $+373^{\circ}\text{K}$, а у Фаренгейтах в свою чергу це $+212^{\circ}\text{F}$. Також слід зауважити, що температура тіла здорової людини по шкалі Цельсія становить $+36.6^{\circ}\text{C}$, коли, в свою чергу, температура тіла за шкалою Фаренгейта становить $+97.88^{\circ}\text{F}$. Важливим пунктом також являється температура абсолютного нуля (тлумачення цього визначення ми вже розглянули дещо раніше), у Фаренгейтах вона становить -459.67°F .

Варто звернути увагу на те, що і справді прямої пропорції в цій шкалі та звичної для нашого континенту (Цельсій) немає. Для підтвердження цих слів потрібно розглянути наступну формулу (1.4), за якою обраховується конвертація температури по шкалі Фаренгейта в температуру по шкалі Цельсія:

$$t_c = (t_f - 32) * 5/9, \quad (1.3)$$

де t_c — температура у Цельсіях;

t_f — температура у Фаренгейтах.

Проаналізувавши дану формулу можна виконати зворотну конвертацію температури, переробивши формулу та отримавши чисельну кількість температури з шкалою Цельсія у шкалу Фаренгейта:

$$t_f = 9 * t_c / 5 + 32 \quad (1.4)$$

Існують загальні формули для обрахунку залежності усіх трьох основних шкал температури між собою, зараз ми їх і розглянемо:

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$T_c/100 = (T_k - 273,15)/100 = (T_f - 32) / 180. \quad (1.5)$$

Розглянемо k , оскільки вона є невід'ємною частиною термодинаміки та термодинамічних систем, до яких відносяться холодильні агрегати (ХС). Вона — фізична стала, яка визначає зв'язок між температурою та енергією. Названа на честь прізвища австрійського фізика Людвіга Больцмана, який був видатним вченим та зробив великий внесок у статистичну фізику (молекулярно-кінетичну теорію, термодинаміка, гідравліка та гідростатика), серед якої відіграє велику роль і K , у якій вона являється ключовою. Її значення в системі SI можна розглянути на таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Пропорція значення K у різних фізичних еквівалентах

Значення сталої Больцмана	Одиниці
$1.380\ 649 \cdot 10^{-23}$	Дж * К ⁻¹
$8.617333262145 \cdot 10^{-5}$	еВ * К ⁻¹
$1.380\ 649 \cdot 10^{-16}$	Ерг * К ⁻¹

Щоб тісніше розуміти ці пропорції – варто знати, які ж це величини там використовуються, а це:

Дж*К – Джоулі (одиниця, що вимірює роботу і енергію в системі SI) помножені на Кельвіни;

еВ – Електронвольт, отримується в певних фізичних обрахунках;

Ерг – одиниця енергії в системі СГС.

Завдяки K можна обрахувати ентропію, що в термодинамічних систем визначається величиною, що пропорційна натуральному логарифму від числа різноманітних мікростанів, що відповідають заданому мікроскопічному стані:

$$S = k * \ln L. \quad (1.6)$$

У термодинамічній системі (ХС) використовуються ще такі поняття, як: ентропія та ентальпія, їхня роль являється доволі глобальною. Спершу розпочнемо з ентальпії термодинаміки (ХС), оскільки на початку ми зауважили що саме вона робить свій внесок у повноцінне застосування ХС.

Ентальпія (W або H) — це термодинамічний потенціал, що характеризує стан конкретної термодинамічної системи (ХС), у якої основні незалежні змінні – ентропія та тиск. Із внутрішньою енергією U системи ентальпія зв'язана співвідношенням в ХС:

$$H = U + P * V, \quad (1.7)$$

де U – внутрішня енергія ХС;

P – тиск у ХС;

V – власне, об'єм ХС.

Тобто ентальпія (в ХС) дорівнює сумі внутрішньої енергії та добутку тиску на об'єм. У ХС дуже важливу роль виконує тиск. Використовуючи його властивості та характеристики відбуваються фізичні аспекти ТП, що допомагають у виконанні специфічних та цікавих завдань, тому буде детальний розгляд того, що таке тиск, яка його дія у фізиці і особливо у ХС.

Тиск (в ХС)— це фізична величина, що чисельно дорівнює силі, яка діє на одиницю площі поверхні тіла (поперечного перерізу трубопроводу ХС) та діє за напрямком зовнішньої нормалі до цієї поверхні (поперечного перерізу трубопроводу ХС).

$$p = F_n / S, \quad (1.8)$$

де p – тиск у ХС;

S – площа поверхні (поперечного перерізу трубопроводу ХС), на яку діє сила тиску у ХС;

F_n — складова цієї сили тиску, що діє перпендикулярно до поверхні (поперечного перерізу трубопроводу ХС). Тобто, тиск являється лише часткою площі на яку діє сила від самої складової сили.

Тиск вимірюється за допомогою такого приладу, що має назву «Барометр» (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд Барометра

У системі SI тиск вимірюється у паскалях. Розглядаючи пропорцію у величинах побачимо наступну відповідність: $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$. Іншими за популярністю одиницями вимірювання тиску являються такі як: торр або міліметр ртутного стовпчика й атмосфера або бар. Позасистемна одиниця тиску — п'єза.

Тиск (в ХС) налічує велику кількість різних одиниць, з ними варто ознайомитись, а для комфорту ознайомлення необхідно розглядати стандартні таблиці, в яких розміщено ці одиниці в одну загальну таблицю. Розглянемо ще температури у гідростатиці (необхідним для розуміння холодильних систем).

Температури в рідинах ХС, в полі тяжіння залежить від глибини згідно із формулою

$$P = \rho * g * h, \quad (1.9)$$

де ρ — густина рідини в ХС; g — прискорення вільного падіння; h — глибина, на якій вимірюється тиск.

Питомий об'єм — об'єм одиниці маси рідини (фреон ХС), величина що обернена до густини. Визначається за формулами:

$$V = 1/\rho = V / M, \quad (1.10)$$

де ρ — густина рідини у ХС;

V — об'єм тіла рідини у ХС;

M — його маса.

Вимірюється в системі SI в м³/кг, в системі СГС(сантиметр-грам-секунда) — в см³/г.

1.2 Існуючі холодильні агрегати, елементи та поняття що з ними зв'язані.

Розглянемо принцип роботи першопочаткових ХС, в особливості саме АХС, оскільки саме з її створення почався розвиток у цій сфері.

Холодильний агрегат (ХА) — конструктивно об'єднані в один механізм основні елементи ХС і пов'язані з ними допоміжні пристрої.

ХА створений та призначений для роботи в складі ХС охолодження технологічних потоків газів та рідин, для заморожування ґрунтів тощо. Випускаються ХА в основному для вироблення холоду на дуже низьких температурних рівнях, а саме до -90 °С, рідше до -153 °С. За об'ємом і видом

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

обладнання, включеного в склад ХА, існують такі КМ агрегати, КМ-конденсатні агрегати, КМ-випаровувальні агрегати.

КМ ХА складаються з КМ, привода, арматури, приладів. Як правило, здебільшого, застосовують АЕД, рідко — гази чи парові турбіни. Максимальна одинична параметрична КМ ХА 10000 кВт. Можуть використовуватися поршневі КМ, гвинтові КМ або відцентрові КМ.

КМ- конденсатор ХА комплектуються з води чи повітряними конденсатор фреону, арматурою, приладами контролю, комунікаціями фреону. Використовуються у випадках, коли ВП частина фреону устаткування не може бути об'єднана в одному агрегаті з рештою обладнання.

КМ-випаровувальні ХА використовуються, зазвичай, у повітряній конденсації холодоагента, коли конденсатор через великі габарити не можуть бути включені в один блок ХС. Апаратні ХА можуть включати в склад різноманітні ХС, напр., конденсатор та ВП, ВП з регулюючою арматурою та ресивер.

АХС - випарна ХС, в якій видалення парів фреону (робоча речовина ХС, яка при ТП кип'ятіння забирає тепло з охолоджуваного об'єкта, після чого вона переносить його в охолоджуюче середовище за рахунок конденсації) з ВП здійснюється шляхом поглинання фреону в абсорбенті(тверді рідини або речовини, які вибірково поглинають гази, пари або розчинені речовини з навколишнього середовища). Відділення фреону і абсорберу зазвичай супроводжується шляхом дистиляції (випаровування рідин з подальшим охолодженням та конденсацією парів) або ректифікації (це ТП поділу сумішей за рахунок конструктивного перенесення маси між парою і рідиною). Абсорбційний принцип роботи дозволяє обійтися без КМ, а в невеликих ХС - взагалі без використання рухомих деталей, забезпечуючи циркуляцію речовин завдяки тепловому впливу. АХС мають нижчий коефіцієнт охолодження і меншу охолоджуючу здатність, в порівнянні з парово-

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

компресійними ХС, але дозволяють виробляти холод шляхом безпосереднього горіння палива або іншого джерела тепла необхідної температура.

Найбільш поширеними є ХС, які використовують аміак як фреон, а вода як абсорбер. У кліматичних і ХС, якщо не потрібно отримувати температуру нижчу за 0 ° С, в якості фреону можна використовувати воду, а в якості абсорбера можна використовувати міцний розчин літєвого броміду.

Холодильний КМ – КМ, що призначений для стиснення і переміщення парів фреону в ХС. При стисненні парів змінюються характеристики, підвищується не тільки тиск, але і температура. Після КМ стиснений фреон надходить в конденсатор, там стиснений газ охолоджується і перетворюється в рідину (за типом охолодження конденсатор діляться на повітряний і водяний), рідина потім надходить у ВП через задушливий пристрій (при цьому його тиск і температура знижуються), де він кипить, змінює свій фізичний стан на газовий, тим самим забираючи тепло з навколишнього простору. Після того пари фреону подаються назад в Км, щоб повторити цикл.

Коефіцієнт охолодження – це коефіцієнт що описує ефективність САВПЧРХО охолоджувати ХК.

ХС може видалити більше тепла з охолодженого кільця, ніж енергія витрачена на організацію ТП.

Ефективність САВПЧРХО характеризує коефіцієнт охолодження

$$E_x = Q_x / A, \quad (1.11)$$

Де Q_x – тепло, взяте з ХС (холодильна ємність що знаходиться ХС);

A – робота або електрика, що витрачена на цей ТП.

Парово-компресійні холодильники. Теоретичною основою, завдяки якій побудований принцип роботи ХС, є другий закон термодинаміки. Охолоджуючий газ в ХС робить, відомий у фізиці, зворотний цикл

(термодинамічний цикл перетворення тепла в роботу завдяки використанню навколишнього середовища, що проходить фазовий перехід паро-рідини) - своєрідний зворотний цикл Карно. При цьому основна тепловіддача ґрунтується не на стисненні або розширенні циклу Карно, а на фазових переходах - випаровуванні та конденсації. ХО компресійного типу малої потужності має аналогічний пристрій:

- КМ, що створює необхідну різницю тисків у ХС;
- ВП, що бере тепло з внутрішнього об'єму ХК;
- конденсатор, що виділяє тепло в навколишнє середовище з ХС;
- Пристрій дроселювання, що підтримує різницю тисків шляхом дроселювання фреону або холодоагенту;
- Холодоагент - речовина, що переносить тепло від ВП до конденсатору.

Принцип дії схематично поданий на рисунку 1.4.

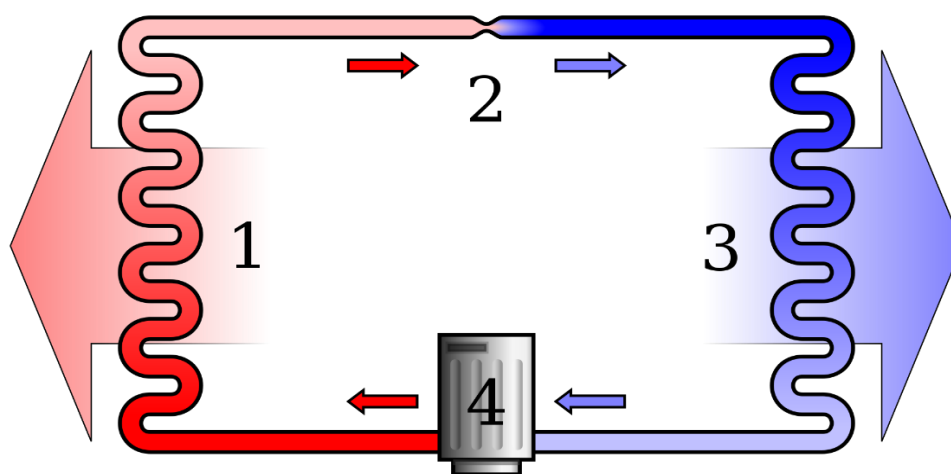


Рисунок 1.4 – Схема теплового насоса фазової зміни.

На рисунку позначені головні чотири елементи, які перераховані далі.

1. – Конденсатор;
2. – термостатичний клапан;
3. – ВП;
4. – КМ.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ВП - це теплообмінник, завдяки якому ТП фазового переходу рідкого фреону в пароподібний і газовий стани здійснюється за рахунок подачі від більш гарячого теплоносія. Таким гарячим теплоносієм зазвичай являються вода, повітря, розсіл або газу, рідкі або тверді технологічні продукти. Коли ТП фазового переходу відбувається на поверхні рідини, це називається випаровуванням. Якщо ТП відбувається на всій глибині рідини з утворенням бульбашок пари, то це називається ТП кип'ятіння. ТП фазового переходу може відбуватися як за рахунок однорідної рідини, так і суміші різних рідин. ВП можуть відрізнятися характеристиками ТП, що відбуваються в них, а також своїми призначеннями, і зазвичай мають свої назви.

Другий закон термодинаміки створює існування ентропії як функції станів термодинамічних систем та вводить поняття абсолютної термодинамічної температури тобто його властивостей. Принцип роботи цього закону термодинаміки можна побачити на рисунку 1.5.

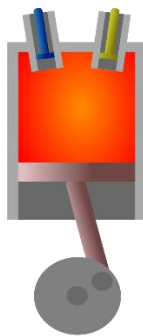


Рисунок 1.5 – Принцип термодинаміки

В ізольованій системі (термодинамічній системі, що не обмінюється ні матерією, ні енергією з навколишнім середовищем) ентропія або залишається незмінною, або збільшується (в нерівноважних ТП), досягаючи максимуму коли встановлюється термодинамічна рівновага. Різні формулювання другого закону термодинаміки, знайдені в літературі, є особливими наслідками закону збільшення ентропії.

Термодинамічні шкала температури можна побудувати на основі теореми Карно, в якій сказано, що ефективність ідеального теплового АЕД не залежить в першу чергу від характеру робочого середовища і конструкції АЕД, а залежить тільки від температури нагрівача і ХС.

$$\eta = (Q_1 - Q_2)/Q_1 = (T_1 - T_2)/T_1, \quad (1.12)$$

де Q_1 – кількість тепла, що було отримано робочим середовищем або ідеальним газом від нагрівача; Q_2 – кількість тепла, що надається робочим елементом ХС; T_1, T_2 – температура обігрівача та ХС відповідно.

Якщо в попередньо розглянутій формулі (1.12) провести малу маніпуляцію, то можна вивести звідти таке співвідношення:

$$Q_1/Q_2 = T_1/T_2. \quad (1.13)$$

Це співвідношення можна використати для побудови абсолютної термодинамічної температури. Якщо один ізотермічний ТП циклу Карно утримувати при температурі потрібної точки води (контрольної точки), встановлювати довільно теплотуоді будь-яка інша температура буде визначатися за формулою:

$$T = 273,16 * Q/Q_3 \quad (1.14)$$

Встановлена таким чином шкала температури називатиметься «термодинамічною шкалою Кельвіна». На жаль, точність вимірювання кількості температури низька, що не дозволяє реалізувати вищевказаний метод на практиці.

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Абсолютну температурну шкалу можна побудована за допомогою ідеального газу в якості термодинамічного тіла:

$$T = p \cdot V / R. \quad (1.15)$$

Потрійна точка води (рисунок 1.6) у ХС — суворо визначене значення температури і тиску, при якому вода може одночасно і рівноважно існувати у вигляді трьох фаз - в твердому стані, рідкому стані і газовому стані. Потрійною точкою води є температурне значення 273,16 К (0,01 °С) і значення тиску 611,657 Па.

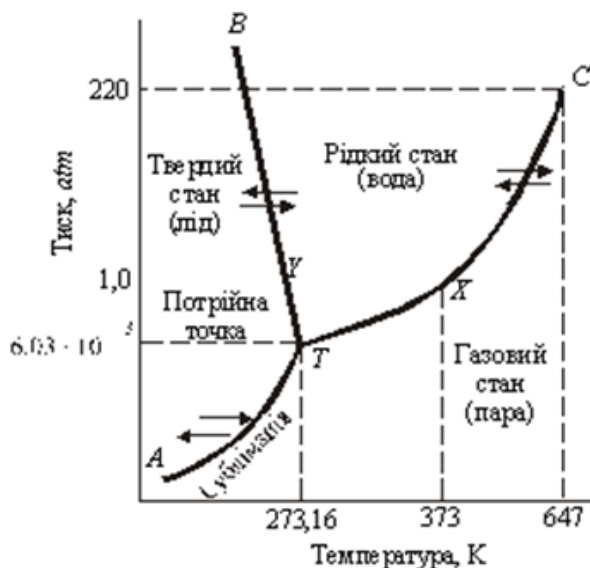


Рисунок 1.6 — Фазова схема води

Розглянемо більш детально будову та принцип роботи типових АХС.

У АХС відсутній КМ, а крім фреону в її системі циркулює також рідина, але інша, яка називається абсорбер. Абсорберами є рідини, які володіють хорошою поглинаючою здатністю фреонів. В якості фреону в АХС як правило використовують аміак, а абсорбер для нього служить водою. У результаті хорошої розчинності аміаку у воді, фреон і абсорбент знаходяться в АХС в

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

вигляді водно-аміачного розчину з різною кількістю аміаку в окремих частинах машини.

Основними вузлами АХС являються: генератор (кип'ятильник), конденсатор, ВП, абсорбер, два регулюючих вентиля, а також насос.

АХС працює наступним чином. У ВП, який знаходиться в охолоджувальному середовищі, з наявного в ньому водно-аміачного розчину виділяються пари киплячого аміаку.

У АХС у результаті нагрівання водно-аміачних речовин, розчин в генераторі кипить.

Розглядаючи принципові схеми ХС на основі КМ і АХС при наявності в них однакових частин конденсатор, ВП і вентилів, що мають в обох машинах однакове призначення, в АХС замість КМ застосований вузол генератор-абсорбер. При цьому генератор представляє нагнітальну частину КМ, а абсорбер - всмоктувальну.

Порівнюючи роботу ХС на основі КМ і АХС і циркуляцію фреону в їх системі, слід звернути увагу на наявні відмінності. Так, якщо в ХС на основі КМ по замкнутому кільцю ХС циркулює тільки фреон, то в АХС є два циркуляційних кола. Одне з них - велике коло, по якому циркулює фреон; інше - мале, між абсорбером і генератором, по якому циркулює водно-аміачний розчин різної концентрації.

Робота АХС, виявляється недостатньо ефективною. Так, при кипінні розчину з нього будуть виділятися аміачна та водна пари.

Компоненти САВПЧРХО. Холодоагент - речовина, що передає тепло з ВП в конденсатор. Для підвищення ефективності кліматичне і ХО спроектовано таким чином, що температура фреону в газовому стані трохи відрізняється від точки кипіння. Різницю між температурою газу на виході ВП і температурою кипіння називають перегрівом. Аналогічно в зоні високого тиску різниця між температурою рідини на виході конденсатор і температурою конденсації називається переохолодженням. Для кожного фреону існує ПЛК,

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

який встановлює унікальну відповідність між тиском і температурою кипіння і конденсацією холодоагенту в ХС.

КМ сприяє необхідній різниці тиску між двома частинами систем: конденсатор (зона високого тиску) і ВП (зона низького тиску). Якщо порівняти ХО і кліматичне обладнання на одному і тому ж типі фреону, то можна відзначити аналогічні параметри зони високого тиску, але при вході в КМ тиску фреону в ХО буде нижче, ніж в кліматичному обладнанні.

Конденсатор передає тепло від фреону в навколишній простір. Фреон охолоджують в конденсатор і конденсують в рідину.

Термостатичний клапан ХС забезпечує необхідний тиск (а, отже, і температуру) в ВП, коригуючи подачу рідкого фреону в залежності від температури на виході ВП. В обладнанні малої Р (до 10 кВт) використовується капілярна трубка.

ВП передає тепло з навколишнього середовища в фреоні. Завдяки низькому тиску фреон кипить у ВП при низькій температурі. У ХО температура ВП може бути нижче 0°C , та покрита льодом, що погіршує тепловіддачу.

У кліматичному і ХО температура ВП хоч і може бути вищою за 0°C , але все ж температура зазвичай знаходиться нижче за точку формування роси, і на ній утворюється конденсат. Відведення води з ВП, в залежності від типу ХО, здійснюється по-різному. У ХС з «плачучим» ВП води надходить в спеціальній пластиковій або металевій чаші на КМ через жолоб в задній частині стіни і випаровується. У спліт-системах водах відводиться на вулицю через трубку на схилі. У промислових САВПЧРХО насосів централізовано відводить воду в каналізацію.

Електрообладнання ХС.

Електросхема ХС включає наступне обладнання:

1. Нагрівачі електричні. Завдяки їхній дії обігривається генератор в АХС, які мають специфічне застосування.

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2. АЕД, який приводить в дію КМ.
3. Контакти для з'єднання з проводкою КМ і АЕД і безпосередньо сама проводка пристрою(рисунок 1.7).
4. Освітлення всередині ХК.
5. У пристроях з примусовою вентиляцією – системи Вл і сам Вл.

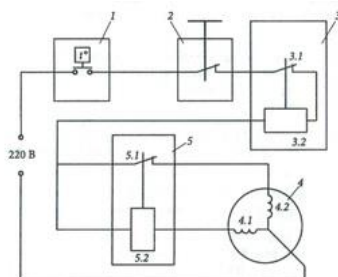


Рисунок 1.7 – Схема проводки пристрою

Але ХС не працюють в ручному режимі. Для їх автономної роботи за заданим алгоритмом потрібно підключити ПЛК. Він дозволяє вести вимірювання параметрів САВПЧРХО і виходячи з них (наприклад ДТ) підтримувати оптимальну або задану температуру ХС.

До таких приладів відносять:

1. ПЛК, він буде аналізувати дані ДТ та регулювати роботу КМ;
2. ДТ. Їх ще називають терморегуляторами. ДТ дозволяють підтримати постійну температуру в ХК.

Раніше вже було ознайомлено з основними елементами ХС, все ж було пропущено механізм, що приводить у дію КМ. Він сам по собі не працює, йому потрібний певний рушій, цим рушієм виступає АЕД. За допомогою АЕД електроенергія перетворюється в зворотно-поступальні рухи КМ. Сучасні ХС комплектуються переважно поршневыми КМ. Це означає, що АЕД у них вбудований в середину корпусу. В наслідок запобігається витік фреону завдяки ущільнювачам вала.

Для зниження вібрації роботи КМ зазвичай використовують металеву або пластикову підвіску. Вона в свою чергу поділяється на наступні типи:

- Внутрішня. АЕД, що підвішений на спеціальний демпфер САВПЧРХО в середині самого корпусу КМ.
- Зовнішня. КМ підвішений на пружинах.

Найпопулярніша підвіска КМ – саме внутрішня, завдяки її підвищеній можливості поглинання вібрацій у САВПЧРХО.

До цього було розглянуто елементи, але сполучення між ними не розглядалося, тому розглянемо ще такий елемент ХС, як капілярна трубка.

Вона встановлюється між конденсатором та ВП та являє собою продовговату мідну трубку, довжиною від 1,5 метра до 3-х метрів. Діаметр перетину трубки – близько 0,7 міліметрів. Завдання пристрою – порціонування рідкого фреону та зниження його Ти до рівня кипіння до його попадання в ВП.

Для довшої експлуатації КМ існує такий спеціальний елемент, як «докер», деякі його називають оберігом КМ. Він має вигляд ємності, що розташована між ВП та КМ. Ця ємність потрібна для того, щоб фреон повністю докипів та не потрапив в КМ у рідкому стані. В іншому випадку на КМ очікує гідроудар, що виведе його з ладу та стане неможливим експлуатація усієї ХС та САВПЧРХО в цілому.

Класифікація ХС.

Побутові ХС слугують головним чином для зберігання швидкопсувних харчових продуктів в охоложеному стані. Основними ознаками класифікації побутових ХС є: призначення, спосіб отримання холоду, спосіб установки, число камер, здатність працювати при максимальних температурах навколишнього середовища, функціональні можливості, конструктивне виконання.

За способом отримання холоду розрізняють компресійні ХС, АХС і термоелектричні ХС. У маркуванні ХС агрегатів позначаються першими великими літерами:

К – компресійні ХС;

А – АХС;

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Т – термоелектричні ХС.

За місцем установлення розрізняють такі ХМ:

підлогові ХС;

настінні ХС;

настільні ХС;

блочно-вбудовувані ХС.

По області застосування розрізняють стаціонарні ХС, пересувні (автомобільні) ХС і переносні (термостати) ХС.

За способом установки ХС поділяються на: підлогові типу шафа, покриття типу стіл і підлогові типу скриня.

За кількістю камер ХС поділяються на: з однією камерою, з двома камерами, з трьома камерами. температурний режим ХК в однокамерних ХС взаємозалежні і регулюються однією ручкою терморегулятора.

По здатності працювати ХС при різних максимальних температурах навколишнього середовища, ХС поділяються на класи:

розширеного помірною температурного середовища - SN;

помірною температурного середовища - N;

Субтропічного температурного середовища - ST;

Тропічного температурного середовища - T.

Залежно від виконуваних функцій ХК розділяють на чотири групи складності. За конструктивним виконанням ХС поділяються на такі типи:

КШ –однокамерні ХК у вигляді шафи;

КС –однокамерні ХК у вигляді столу;

КШД –двокамерні ХК у вигляді шафи;

КШТ - трикамерні ХК у вигляді шафи;

Середня температура в ХК, так само, як і решта температурні показники, лімітується залежно від кліматичних умов експлуатації ХС.

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1.3 Класифікація компресорів холодильних систем

Робочий тиск, який набирається у ХС за рахунок КМ, знаходиться в межах від 2-х до 4-х атмосфер. Саме такий рівень тиску потрібний для постійної циркуляції фреону по замкнутій ХС. Для підтримки та зміни тиску використовують КМ, оскільки суть його використання полягає у висмоктуванні газоподібного фреону та стиснення його до великого тиску у наслідок чого він нагрівається та в подальшому виконує такі фізичні процеси, що допомагають охолоджувати ХК(рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Принцип дії КМ

Найпопулярнішими видами КМ являються поршневі (рисунок 1.9) КМ, поворотні КМ, спіральні КМ, гвинтові КМ і відцентрові (турбокомпресори) КМ.

Найчастіше поршневі КМ (КМ що в основі будови мають поршні, що сприяють стисненню та подачі повітря або газу під тиском, вони являються найстарішими та найпоширенішими типами КМ) використовуються в побутових ХС і ХС для харчової промисловості. Кількість поршнів коливається у діапазоні від 1 для побутової техніки до 12 для великих стаціонарних КМ. Також поршневі КМ можуть бути одно- і багатоступінчастими (як правило, 2-

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

ступінчастими). У них фреон, стиснутий в циліндрах першого ступеня ХС, охолоджується і надходить в циліндри другого ступеня ХС.



Рисунок 1.9 – Поршневий КМ для ХС під назвою А05-4У

Ще один поширений вид КМ - гвинтові КМ (були розроблені ще у 1934 році, вони рахуються якісними у використанні, дешевими у виробництві та мають малі габарити. Цей КМ має доволі великий ККД, що допоміг зекономити 30% електроенергії, що сприяло його популярності). У них стиснення фреону здійснюється в порожнині, що утворюється або між обертовими роторами, або між ротором і корпусом. Гвинтові КМ (рисунок 1.10) при рівних габаритах з поршневими КМ мають достатньо кращу охолоджуючу властивість, що надає їм перевагу у використанні при побудові ХС.

Роторні КМ (рисунок 1.11) зазвичай використовують в домашніх кондиціонерах. КМ прокрутки можуть використовуватися в ХС для харчової промисловості, але більшість з них використовуються в ХС кондиціонування.

Відцентрові КМ (рисунок 1.12) використовуються для великих ХС, часто використовуються в парникових САВПЧРХО для створення постійної подачі свіжого повітря та контролю температурного режиму ХС.



Рисунок 1.10 Гвинтокрилий КМ FMC088NAMA



Рисунок 1.11 – Будова роторного КМ

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ

Арк.
29



Рисунок 1.12 – Типовий відцентровий КМ

1.4 Енергетичні показники холодильних систем

До енергетичних показників ХС відносяться: коефіцієнт робочого часу, середня споживана P , витрата електроенергії, питома холодопродуктивність і питома теплоприпливи. Коефіцієнт робочого часу визначається ставленням робочого часу в циклі T_p до повного часу циклу $T_{ц}$, що включає роботу простої САВПЧХО. Тривалість (час) циклу при номінальному температурному режимі роботи в більшості ХС складає 8-12хв, тобто 5-8 циклів в годину. Така періодичність циклів встановлюється, виходячи із забезпечення необхідної надійності і довговічності ХС.

Споживана потужність АЕД залежить від типу застосованого в ХС КМ. При циклічній роботі САВПЧХО споживана потужність змінюється протягом кожного робочого періодичного циклу залежно від зміни навантаження на КМ, тобто від співвідношення тиску всмоктування $P_{вс}$ і нагнітання P_n

співвідношенні тиск дещо знижується. Зниження становить приблизно 10-20% залежно від тривалості робочого періоду циклу.

Кількість електроенергії що витрачає ХС є основним показником економічності роботи САВПЧРХО. З підвищенням температури зовнішнього повітря та зниженням температури в камері охолодження збільшується коефіцієнт робочого часу і відповідно витрата електроенергії. Задня меншої втрати електроенергії використовують МПП ПЛК.

Одним з основних показників надійності САВПЧРХО є параметр потоку відмов. Для найбільш поширених КМ ХС параметр потоку відмов повинен становити не більше 0,05, тобто 5% за рік.

Довговічність ХС визначається сумарним часом його роботи при стандартних режимах ХС і умовах експлуатації ХС без істотного зниження основних параметрів з урахуванням усіх економічно виправданих ремонтів. Основною робочою групою КМ ХС є САВПЧРХО, які з метою збільшення терміну служби ХС працюють циклічно. Тому довговічність САВПЧРХО при середньому значенні часу роботи в циклі 0,4, виходячи з терміну служби ХС 15 років, повинна бути не менше 50 000 р.

ХС практично знаходиться в безперервному користуванні, тому і довговічність її визначається загальним часом експлуатації, тобто встановленим терміном служби 15-20 років.

Основну роль у підвищенні надійності та довговічності ХС покликані відігравати МПП які повинні забезпечити раціональне програмне рішення загальної економічної в прані експлуатації роботи САВПЧРХО.

1.5 Висновки до першого розділу

У першій частині (розділу) КвР розглянуто можливі варіанти реалізації холодильних агрегатів (ХС) та їхня головна концепція, як об'єкта керування ХО, сформована послідовність технологічного процесу в холодильних

					КвРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

агрегатів, з точки зору процесу їх керування, а також визначені стани та умови переходів між ними в технологічному процесі в ХО за рахунок повного розуміння яких, має бути побудований АК в САВПЧХО.

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ЧАСТОТНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1. Розробка структурної схеми системи автоматизованого вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання

Підвищення ефективності ХО відбувається шляхом зниження споживання електроенергії ХО. Сьогодні виділяють дві групи методів, які дозволяють підвищити ефективність ХО:

- 1) використання конструкційних рішень ХО;
- 2) розробка ефективного АК, яке реалізується за допомогою МПТ.

Недоліком першого способу є ускладнення конструкцій ХО, враховуючи цей факт АК ЕД ХО є перспективнішим та більш ефективним напрямком розвитку ХО.

Однак оптимальне АК для АЕД має враховувати критерій мінімального нагріву АЕД, тоді P що споживається АЕД при розгоні мінімізується і при цьому час розгону є малим. Для підвищення продуктивності ХО та забезпечення ТР використовується АК зі швидкістю обертання АЕД (частотний метод). Використовуючи збільшені частоти за допомогою АК МПТ можна уникнути великих розмірів КМ, на відміну (у порівнянні) з фіксованою частота обертання АЕД, що у свою чергу дозволяє регулювати продуктивність ХО до реального теплового навантаження. Оскільки МПТ реалізується АК за законом зміни частоти напруги живлення АЕД КМ ХО. Цей закон визначає аналітичне співвідношення, у якому враховуються всі необхідні коефіцієнти для технічних характеристик АЕД та технічних навантажень КМ і зберігає у пам'ять МПТ. Тому використавши ЧК для ХО можна отримати

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

загальну структурну схему системи керування АЕД, що представлена на рисунку 2. 1.

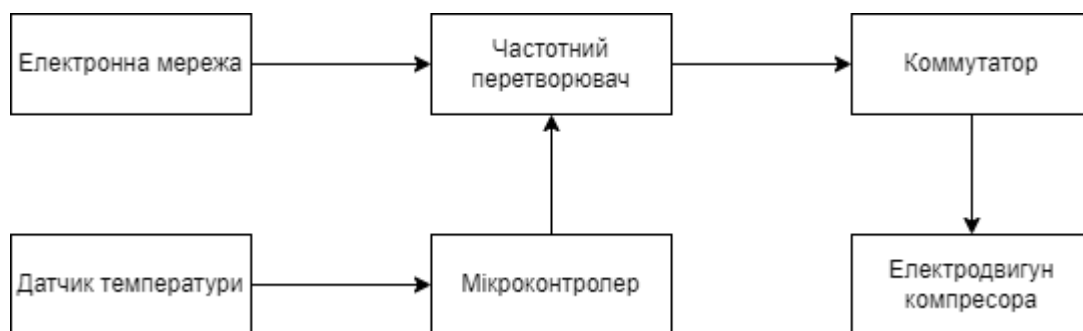


Рисунок 2.1 – Загальна структурна схема АЕД КМ

ЧП виконує перетворення загальної суми гармонік синусів сигналів що поступають у нього. На рисунку 2.2 наведено графіки першої гармоніки прямокутного сигналу та сумарного сигналу, отриманого шляхом розкладання та підсумовування перших п'яти гармонік сконструйованих та побудованих у програмі MATLAB та приведених у симуляцію завдяки додатковій функції цієї програми як Simulink.

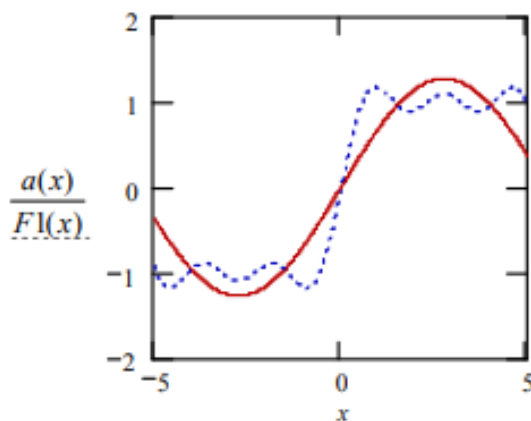


Рисунок 2.2 – Приклад розкладання прямокутного сигналу

Враховавши всі потрібні деталі, елементи та інші складові САВПЧРХО, потрібна структурна схема матиме у своєму складі всі основні елементи, що в майбутньому нададуть змогу сконструювати повноцінну САВПЧРХО, що

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

задовольнятиме всі вимоги та додаткові функції, вона матиме наступний вигляд, що зображений на рисунку 2.3.

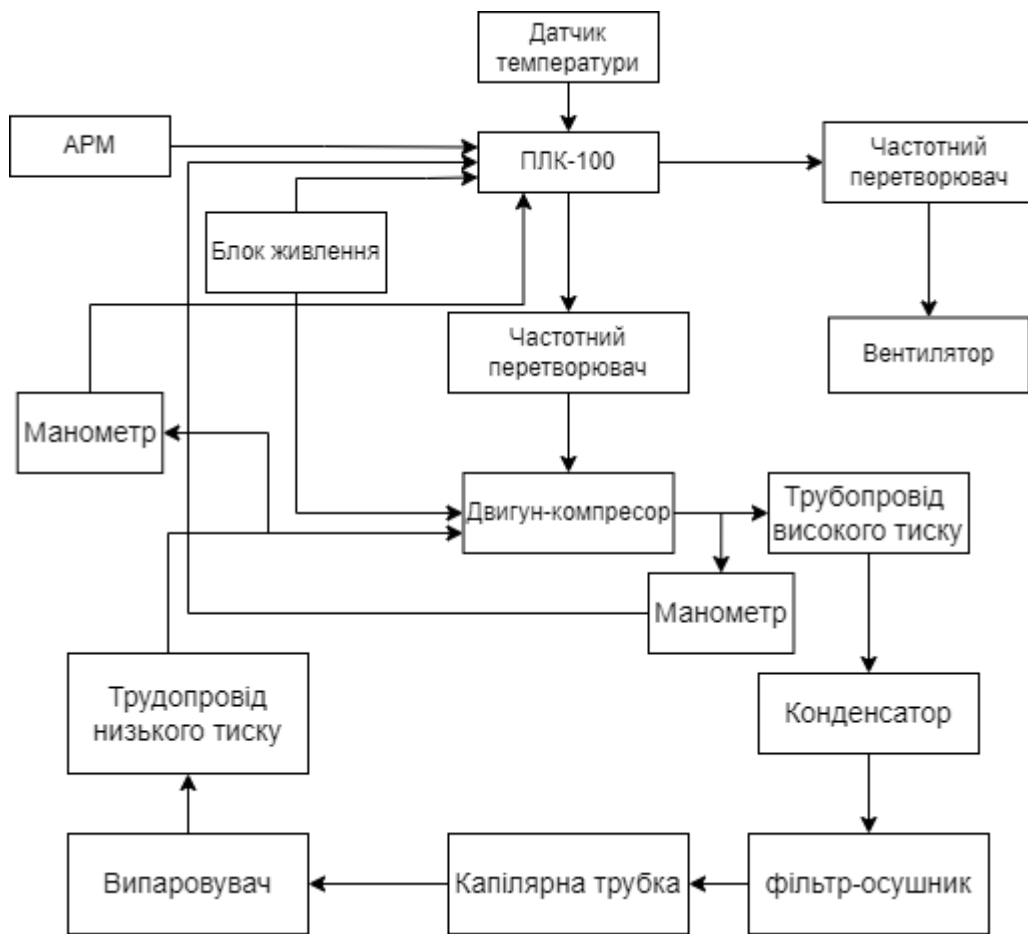


Рисунок 2.3 – Структурна схема автоматизованої ХС.

ТП полягає у наступному: запускається САВПЧРХО, ПЛК зчитує інформацію з ДТ, який знаходиться в ХК, та порівнює її з потрібною температурою, якщо температура ХК підвищилась до максимально зазначеної температури, тоді запускається ТП охолодження. Спершу ПЛК з певною частотою надсилає струм у ЧП, який його перетворює у імпульс, а вже потім надсилає його на КМ, тоді запускається робота КМ, що нагнітає фреон у трубопровід високого тиску, чим самим нагріваючи його. ТП відбувається з постійним контролем температури та тиску, оскільки якщо температура буде становити потрібну нам величину, то ТП автоматично зупиниться, так само при через мірному тиску в середині ХС, що буде означати можливий забій в середині ХС, як приклад може бути, що фільтр-осушник заб'ється при

потраплянні туди якогось сміття. Нагрітий фреон через трубопровід транспортується у конденсаторі, де він охолоджується та конденсується, переходячи у рідкий стан. Після того рідина ХС попадає у фільтр-осушник, де можливе сміття відсіюється, а при наявності, вода залишається, лише пропускається фреон. Проходячи цей етап, фреон через капілярну трубку потрапляє у випаровувач, де за рахунок різкої зміни тисків (рідина має великий тиск ще з моменту проходження її через КМ, а у випаровувачі низький тиск), фреон переходить у газовий стан за рахунок різкого охолодження. Далі ПЛК-100 отримуючи данні з датчиків розуміє коли варто продовжувати це замкнуте коло ХС, а коли варто зупинитись.

2.2 Вибір технічних засобів та схемотехнічні рішення системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання

І так, у попередній частині ми ознайомилися з основними складовими середньостатистичної ХС та САВПЧРХО. На даному кроці варто вирішити, які саме деталі будуть використовуватися у будові САВПЧРХО, тобто їхні конкретні назви та ТХ. Також варто звернути увагу на те, що практично всі ці деталі будуть обов'язково використовуватися при побудові схем на наступних кроках виконання або створення САВПЧРХО.

Першим розглянемо фреон. При виборі правильного фреону потрібно розуміти всі фізичні явища що відбуваються в ХС, які сприяють охолодженню. Як ми вже знаємо, охолодження у САВПЧРХО відбувається в момент кипіння цієї рідини, тобто потрібно відштовхуватися від цієї температури, що нам потрібна і в цих проміжках з стандартних таблицях характеристик вибрати потрібний нам фреон. При середніх умовах, температура в ХС повинна сягати від 0°C до 6°C . Для адекватної роботи САВПЧРХО, температура кипіння

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

повинна бути менша за мінімальну потрібну температуру, але різниця повинна бути не великою, щоб регулювання обігу фреону по ХС було стабільним, не важким та плавним, тобто щоб похибка від роботи КМ була якомога низькою та для плавного регулювання температури. Виходячи з даних, що зображені на попередній таблиці видно, що мінімальна температура кипіння що наближена до тої що нам потрібна, становить – -3.83°C , а сама речовина позначається як R-12B1.

Наступним пунктом йде ДТ. Це обов'язковий елемент, оскільки САВПЧРХО повинна розуміти, в який момент часу потрібно починати охолоджувати ХК, та коли варто припинити цей ТП. Тому, саме завдяки ДТ, наш ПЛК буде повноцінно виконувати свої прямі завдання щодо забезпечення працездатності САВПЧРХО.

Спершу варто зрозуміти, що таке ДТ та його принцип дії. ДТ — датчики що фіксують або вимірюють температуру. Вони використовуються при спостереженні та контролю теплових режимів роботи котлоагрегатів, сушильних апаратів, деяких вузлів тертя машин та в інших спеціальностях, як в нашому випадку – у ХС.

Розрізняють наступні види датчиків температури:

- Манометричний термометр ХС;
- Терморезистор ХС;
- Термопар ХС;
- Термометр опору ХС.

Залежність опору самого провідника від його температури у найпопулярнішому випадку виражається за наступною формулою:

$$R_T = R_0 * (1 + \alpha * \Delta T), \quad (2.1)$$

де:

R_T — це електричний опір при температури ХС T [Ом];

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

R_0 — це електричний опір при початковій температурі ХС T_0 [Ом];

α — це температурний коефіцієнт електричного опору [K^{-1}] ХС;

ΔT — це зміна температури ХС, що становить $T - T_0$ [К].

Тобто при зміні температури в ХК буде мінятися опір та внаслідок чого буде постачатися інформація про температуру ХС в ПЛК, що до нього підключений. Даний ДТ цілком влаштовує потреби ХС, тому розглянемо подібні датчики та виберемо з них підходящий за діапазоном своєї дії.

Для підбору потрібного термістора варто поглянути на таблицю опори для популярних термісторів та вибрати саме того, що буде мати не дуже великий опір при потрібних температурах задля меншої трати енергії та повністю задовольнятиме вимірювані діапазони температур, які буде виробляти та генерувати кінцева ХС за допомогою АЕД КМ.

Виходячи із даних таблиці можна звернути увагу на такий термістор, як «Pt100», він працює при потрібних нам температурах та використовує при цьому малий опір, що робить його використання у САВПЧРХО досить зручним.

Оскільки зрозуміло, що КМ створює певний тиск в ХС в результаті своєї роботи за рахунок викачування фреону в трубопроводі високого тиску ХС, то цей ТП має бути контрольований, щоб надлишок отриманого тиску у ХС не пошкодив саму ХС, та щоб можна було у САВПЧРХО точніше керувати ТП охолодження.


Для цього потрібний ДТ, що буде вбудований між КМ та трубопроводом високого тиску, він буде контролювати тиск та передавати дані напряму в ПЛК.

Розберемося що таке взагалі ДТ, як його ще називають та які функції він виконує. ДТ (вимірюючий перетворювач тиску) — прилад, який дає змогу отримувати та дистанційно передавати сигнал, який відповідає T_i , якого вимірюють. Для САВПЧРХО потрібний ДТ, щоб контролювати роботу КМ. Пристрої, що поєднують у своїй будові ДТ та засіб, що відображає значення

тиску, та які призначені для вимірювання надлишкового тиску, називаються манометрами.

Враховуючи що КМ може розвивати тиски від 2-х до 4-х атмосфер, а це виходить що до 4 бар, тобто для САВПЧРХО потрібний прилад з відповідними характеристиками. Враховуючи ці всі особливості ХС нам чудово підійде манометр, який з трубкою Бурдона та з електричним вихідним сигналом, типа PGT23.063 (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Манометр ХС з трубкою Бурдона з електричним вихідним сигналом, тип PGT23.063

Манометр з трубкою Бурдона типу PGT23.063	
Фото	
Опис	<p>Манометри потрібні для локального контролю та інколи для виміру у засобах автоматизації, оскільки, як правило, вони створені лише для візуального відображення значення тиску, але і нині часто можуть використовуватися манометри з уніфікованим вихідним електричним сигналом.</p> <p>Тип називається PGT23.063 (перетворювач 892.34 знаходиться на базі манометра 23X.30);</p> <p>Характеристики приладу відповідають типовому листу: PV 12.03;</p> <p>Матеріал: нержавіюча сталь;</p> <p>Корпус: також нержавіюча сталь;</p>

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ

Арк.
39

Клас точності: 1,6;
Робочі діапазони: 0...1 до 0...1000 бар, -1...0 до -1...+30 бар;
Номінальний розмір: 63;
Вихідний сигнал: 4...20 мА, 2-о провідний;
Одиниці вимірювання: бар;
Гідронаповнення: так;
Електричне підключення: 2-х метровий кабель;
Дросель: відсутній;
Манометр зареєстрований у Держреєстрі ЗВТ України під номером №У1956-12.

Далі потрібно розібратися з тим, який КМ нам потрібний. Щоб відповісти на це питання, варто вирішити, який об'єм буде охолоджуватися. Візьмемо для прикладу ХК, що використовується у побуті на деяких закладах чи складах. Розміри ХК становитимуть:

- Висота ХК: 2м;
- Ширина ХК: 3м;
- Довжина ХК: 4м.

Об'єм цієї ХК становитиме: $2 * 3 * 4 = 24$ (м³).

Для охолодження такого об'єму потрібний надійних КМ, прикладом такого елемента являється саме LG FMA102NAMA TCA36471338 (R600 167W 220V) (таблиця 2.2).

Оскільки потрібно рівномірно та регулярно охолоджувати весь об'єм ХК, в протилежному випадку у ХК буде охолоджуватись лише місце прямого контакту з випаровником (випаровувачем), то потрібно поставити Вл, які будуть розповсюджувати холодне повітря від ВП та перемішувати його по всьому об'єму нашої ХК.

Для прикладу варто взяти типовий Вл для ХС, наприклад JEENUOJHF-50 (таблиця 2.3), він має досить пристойне співвідношення ціни до якості Для

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ідеального розповсюдження будуть використовуватися два Вл, але для додаткового підстрахування, на випадок якщо один з них вийде з ладу – буде використовуватися третій Вл. Цей АК буде прописаний у третьому розділі.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики КМ Electrolux LG FMA102NAMA TCA36471338 (R600 167W 220V)


Electrolux LG FMA102NAMA TCA36471338	
Фото	
Опис	<p>Є досить потужним та якісним АД фірми «LG». За рахунок своєї надійності, він надає впевненість у його довготривалому та безперервному використанні у прямому призначенні. Оскільки він являється саме АД, то його використання у наших умовах являється досить зручним, тому, що за рахунок ЧП зручно керувати саме такого виду двигунами.</p> <p>Основні його характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ФрR-12B1; • Напруга 220-240 В • Потужність, Вт 155 Вт • Об'єм 8.8 см. куб.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ

Арк.
41

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики Вл JENUOJHF-50

JENUOJHF-50	
Фото	
Опис	<p>Вентилятор у ХС відіграє доволі важливу роль, оскільки у системі повинне рівномірно циркулювати повітря, це знадобиться для того, щоб САВПЧРХО регулювало температуру не лише на одному окремому місці, там де знаходиться випарник, а по всьому об'єму, тобто раціонально виконувало своє пряме завдання. Враховуючи раніше написане варто було обрати певний вентилятор, оскільки раціональний вибір елементів відбувається за рахунок ідеального співвідношення ціни та якості, то був обраний саме вентилятор JENUOJHF-50, оскільки його продуктивності та якості буде цілком достатньо для своїх завдань, а ціна досить лояльна, що надає ще одну перевагу у порівнянні з іншими аналогами.</p> <p>Ознайомимось ближче з технічними характеристиками даного холодильного вентилятора:</p> <p>Тип:Осьовий вентилятор; Тип електричного струму: змінного струму; Кріплення:Окремий; Матеріал: з нержавіючої сталі; Походження товару: Китай; Найменування:JENUO; Модель:JHF-50;</p>

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ

Напруга:380V;
 Електроживлення:250W;
 Об'ємповітря:5800m/h;
 Швидкість:950об/с;
 Сертифікація:ССС, СЕ
 Колір:сіри
 Мотор:тризахищений двигун Haier.

Розглянемо можливо навіть найважливіший елемент майбутньої САВПЧРХО, а саме ПЛК. Використовуючи сайт фірми «ОВЕН», можна з легкістю підібрати потрібний ПЛК з відповідними ТХ та кількістю роз'ємів.

Одним із типовіших та дешевших ПЛК, якого легко знайти, та що може без проблем забезпечити безперебійну та стабільну роботу ОК, ПЛК-100 (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Фото ПЛК-100.

Для детального розуміння принципів дії самого ПЛК та його характеристик, варто детально з ними ознайомитися, з чим зараз і буде відбуватися ТП.

Проаналізувавши попередні дані можна зауважити, що енергоживлення цього ПЛК не є сильно затратним, тому надає змогу зекономити матеріальний ресурс. Для ПЛК тут досить багато пам'яті, якої може вистачити на середнє підприємство, тому можна з легкістю сказати що її буде вдосталь для нашого завдання.

Сам ПЛК потрібно з'єднати з іншими елементами САВПЧРХО за допомогою дискретних входів та виходів що розташовані на АЕД та мають окремі ТХ, які зараз буде розглянуто, спершу дискретні входи.

Ну і звичайно ж нам потрібно в ЛМІ бачити готову картинку, за рахунок якої буде відбуватися моніторинг (спостереження) та контроль ТХ та елементів САВПЧРХО, також і редагування характеристик майбутньої ХС, за це все відповідає інтерфейс САВПЧРХО, тому варто йому також виділити увагу:

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики ЧП KIPPRIBOR AFD-L для керування КМ та Вл

ЧП KIPPRIBOR AFD-L	
Фото	
Опис	<p>Зрозуміло що потрібно регулювати роботу КМ, але напряму ПЛК цього зробити не зможе, оскільки їй недостатньо потужності для цього, тому, для цієї роботи придуманий такий пристрій, як частотний перетворювач. Це такий елемент, що може перетворювати сигнали, які надходять з певною частотою та інтервалами у нього з відповідних джерел (у нашому випадку це</p>

ПЛК), у імпульсну напругу змінної частоти.

Це також дуже важлива складова, тому до неї варто віднестися відповідально та обрати якісний елемент. Тому ідеально підійде продукція, виробником якої являється та сама фірма що і ПЛК, цей вибір значно збільшить сумісність системи. Саме тому чудовим варіантом буде KIPPRIBOR AFD-L.

Його характеристики полягають у наступному:

Векторне без сенсорне та скалярне керування.

Вбудований ПД-регулятор.

Інтерфейс RS-485 з протоколом Modbus.

Дискретні та аналогові входи та виходи.

Гальмівний переривач та наявна можливість підключення гальмівних резисторів.

Наявні всі необхідні захисні функції: перевантаження ЧП за рахунок струму, високої та низької напруг, перегріву ЧП, коротких замикань, втрати зворотного зв'язку.

Кріплення на DIN-рейку (до 2,2 кВт).

Останнім з важливих пунктів САВПЧРХО який варто розглянути – фільтр-осушник. Детальніше з його ТХ та зовнішнім виглядом можна ознайомитись на таблиці 2.5.

Таблиця 2.12 – Технічні характеристики фільтра-осушувач SDML-307S

Фільтр-осушувач SDML-307S	
Фото	

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ

Арк.

45

Опис	<p>Цей прилад виступає додатковим захистом системи від поломок. Його ТХ:</p> <p>Стан: Новий</p> <p>Підключення \varnothing в/н: 23/25 мм.</p> <p>Довжина корпусу (± 2 мм): 180 мм.</p> <p>Діаметр корпусу (± 2 мм): 80 мм.</p> <p>Загальна довжина (± 5 мм.): 227 мм.</p> <p>Сумісність: R134A, R12, R22, R407C, R404A/507, R505, R410A, R-12B1</p> <p>Робоча Те: $-40+70^{\circ}\text{C}$</p> <p>Максимальний тиск: 42 bar</p> <p>Країна-виробник товару: Китай</p>
------	---

Інші елементи САВПЧРХО немає сенсу описувати, оскільки вони мають максимально просту форму звичайних трубочок та посудин великого об'єму.

2.3 Висновки до другого розділу

У цьому (другому) розділі КвР було розглянуто загальні принципи роботи САВПЧРХО, було проаналізовано, що підходить для умов нашого завдання саме АЕД, оскільки він зможе повністю задовольняти умови ХО ОК. Також були враховані фізичні явища та властивості що впливають на саму систему. Завдяки аналізу усіх цих елементів у САВПЧРХО і стає можливе раціональне використання всіх складових, що призведе до економії електроенергії та матеріального ресурсу як АЕД, так і САВПЧРХО в цілому.

На основі усіх елементів, та максимально ергономічного розташування було сконструйовано структурну схему, по якій в подальшому буде побудована САВПЧРХО.

Виходячи з потреб ТХ та цін були обрані всі головні складові САВПЧРХО.

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		46

3. АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ЧАСТОТНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1 Алгоритм керування роботи холодильного обладнання

Для створення автоматизації у САВПЧРХО, потрібно правильний АК для ПЛК, оскільки за допомогою нього відбувається керування та контроль усіма ТХ ХС. Якщо розглядати окремо ПЛК, то його недостатньо для повноцінного керування всім ТП, як було написано вже раніше у КвР, для цього використовується ЧП. Далі відомо, що для керування ЧП потрібний синусоїдальний сигнал, що буде мати деяку величину τ (тау), це значення дорівнює проміжку між самими коливаннями сигналу та вимірюється у мілісекундах. Тому саме його і буде регулювання при різних режимах використання САВПЧРХО.

Сам ПЛК є доволі зручним у використанні в САВПЧРХО, адже його можна програмувати багатьма різними мовами, серед них є такі як:

LD - релейні діаграми (вона ще називається як мова релейних схем – релейна логіка) для ПЛК в САВПЧРХО . Така графічна мова програмування є еквівалентом апаратних (реальних) СК у вигляді схем на релейній логіці, однак, як програма – ця схема уявною, яка задає необхідний алгоритм (АК);

FBD — діаграма функційних блоків для ПЛК САВПЧРХО, зручна у використанні, оскільки являється графічною мовою МПП має вигляд послідовності ліній, що містять функційні блоки;

ST — дослівно структурований текст для ПЛК САВПЧРХО — мова, що схожа до мови Pascal;

L - список інструкцій для ПЛК САВПЧРХО — вид асемблера для ПЛК;

SFC - дослівно звучить як послідовний набір блоків — послідовність програмних блоків для ПЛК САВПЧРХО з різноманітними умовами переходів, використовується при програмуванні автоматів (автоматне програмування).

Виходячи з практичності МПП у використанні та з ергономічності їхньої будови в САВПЧРХО, варто звернути увагу на дві такі мови, як LD та FBD. Знаючи що друга МПП може мати хаотичний вигляд, але перша МПП завжди буде структурована, тому обраною буде саме LD.

Алгоритм керування вентиляційною системою. Використовуватися будуть три ідентичні Вл. Така кількість використовуватиметься у САВПЧРХО задля унеможливлення випадку, коли повітря у ХК перестане рівномірно циркулювати.

Під час роботи САВПЧРХО повинні працювати будь-які два Вл із трьох. Для запуску будь-яких двох Вл - наприклад, Вл 2 та 3, для кожного з них передбачені окремі клавіші запуску та зупинки.

Припустимо, що Вл 2 і 3 працюють та один з Вл виходить з ладу, Вл 1 повинен самостійно увімкнутися, тобто, у будь-який момент часу у САВПЧРХО повинні працювати одночасно два любих Вл. У разі, коли будуть несправні будь-які два Вл, вхідне живлення САВПЧРХО повинно автоматично відключатися.

Стан «ВКЛ» Вл та інші повинні демонструватися відповідним елементом – світлодіодом. Якщо у САВПЧРХО є несправність з більше ніж одним Вл, то цей стан має вказуватися миготінням світлодіода зі частотою 5 Гц. Несправність з одним Вл або відсутність несправності з Вл повинні вказуватись постійним світлом на індикаторі стан несправності.

Для подальшого моделювання АК у САВПЧРХО необхідно використовувати потрібні логічні блоки, для їхньої ідентифікації використовуватимуться наступні символічні позначення:

К – джерело струму роботи Вл;

STOP – припинення роботи системи Вл;

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- START – запуск системи Вл;
- P – показник поломки Вл;
- H – показник того що ОК працює;
- V1 – показник першого Вл;
- V2 – показник другого Вл;
- V3 – показник третього Вл.

Далі використовуючи ці символічні позначення у ОК побудуємо АК та отримаємо наступну картину(рисунок 3.1 – 3.2):

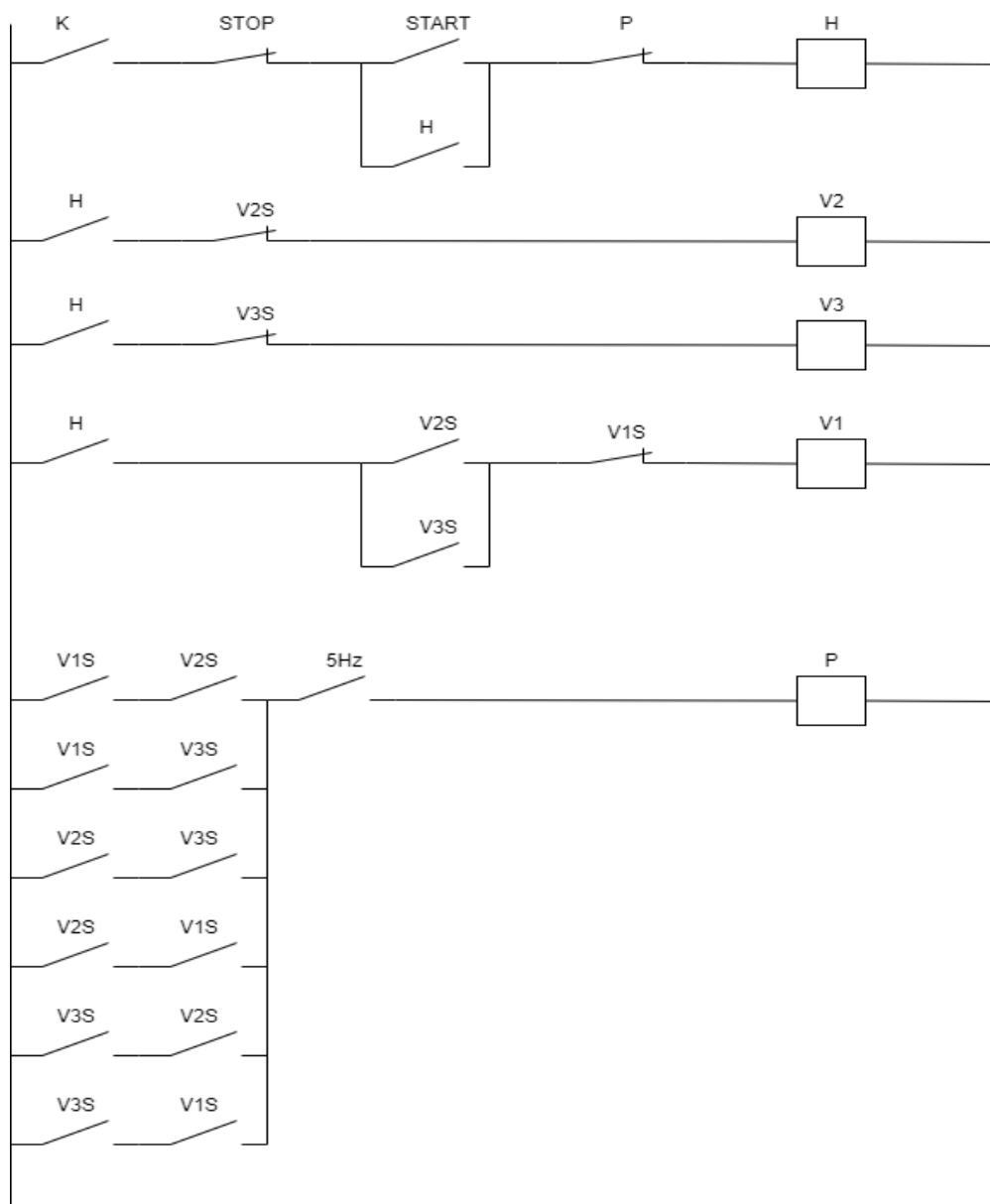


Рисунок 3.1 - Алгоритм керування (АК) Вл (Частина 1)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ

Арк.
49

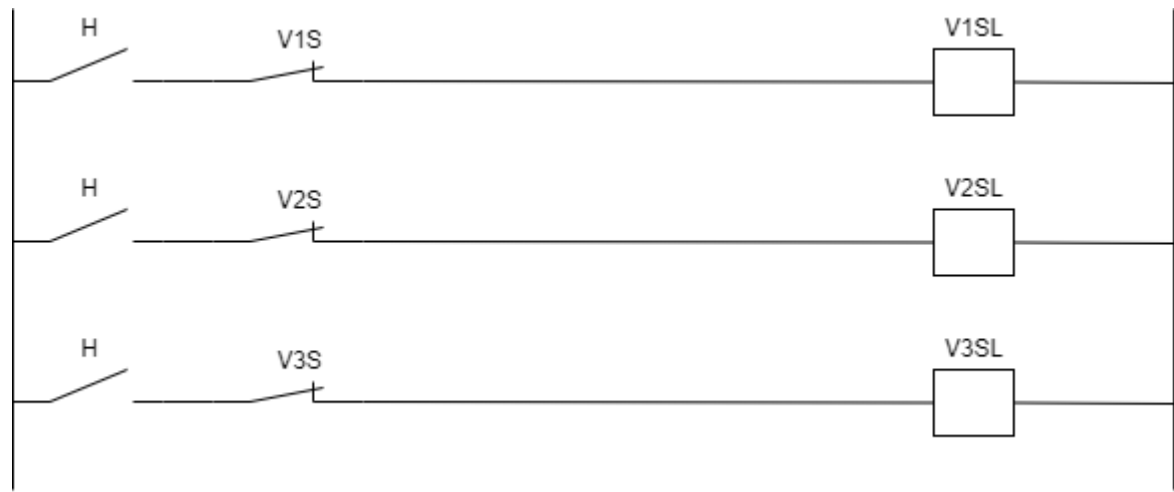


Рисунок 3.2 - Алгоритм керування (АК) Вл (Частина 2)

Опис алгоритму (АК): в АК використовується схема стандартного ТП запуску коли стан ОК запам'ятовується у змінній Н. Її можна запуснути, натиснувши клавішу START та зупинити натиснувши відповідно клавішу STOP. При цьому головний вмикач (К) має бути увімкнений.

Коли цикл запущений (Н) та поломок Вл 2 та 3 немає, то Вл 2 (V2) та 3 (V3) будуть включені. Якщо Вл 2 або 3 несправні, буде запущено Вл 1 (V1).

За умовами САВПЧХО, якщо любых два Вл з трьох будуть несправні, тоді лампа несправності (Р) почне блимати із заданою частотою 5 Гц. Для цього потрібно в ОК використовувати таймер, схематично позначимо його контактом. Індикаторні лампи для Вл 1, Вл 2 та Вл 3 включаються відповідно до сигналу несправності.

Алгоритм керування клавішами запуску режимів. Проводячи аналіз ХО як ОК під час проектування (розробки), конфігурування та забезпечення конструкційних рішень САВПЧХО, встановлюються та враховуються стани ХО та переходами між ними, що дозволяє підвищити ефективність та точність САВПЧХО. Для цього необхідно розподілити на РЛ АК САВПЧХО, в якому будуть використовуватися наступні символічні позначення, які використовуються в ЛМІ та ПК.

START – Клавіша вмикання САВПЧХО;

STOP – Клавіша вимикання САВПЧХО;

Y – змінна що буде мати у собі значення стану САВПЧРХО;

Tn – Клавiша запуску вибраного користувачем режиму САВПЧРХО;

Zn – показник увiмкнення певного режиму САВПЧРХО;

STOPn – показник вимкнення певного режиму САВПЧРХО;

Hn – вихiдний сигнал з певними частотами сигналу, що вiдповiдають прив'язаним до них режиму охолодження САВПЧРХО;

tn1 – довжина тривалостi сигналу САВПЧРХО;

tn2 – довжина паузи сигналу САВПЧРХО;

pn1 та pn2 – таймери вiдповiдних величин tn1 та tn2 САВПЧРХО,

де n – номер певного режиму.

Перейдемо до побудови АК що буде задовольняти наступнi умови САВПЧРХО:

1) Запуск САВПЧРХО при одноразовому натиску на клавiшу START;

2) Пiдтримка увiмкненої САВПЧРХО за рахунок використання видiленої змiнної;

3) Регулювання температури за рахунок формування сигналiв з певними частотами з ПЛК на ЧП;

АК для запуску САВПЧРХО та вимкнення САВПЧРХО за допомогою натиску на вiдповiднi клавiшi виглядатиме наступним чином(рисунок 3.3):

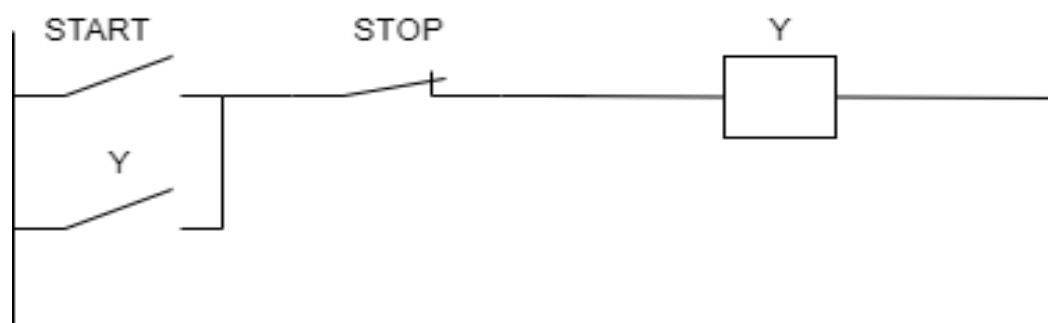


Рисунок 3.3 – Реалiзацiя АК для запуску та вимкнення САВПЧРХО у одне натискання

Саме цей АК являється єдиним для усiєї САВПЧРХО, а не для режиму температур окремо, тому цей АК бiльше для них не повторюватиметься.

Зм.	Арк.	№докум.	Пiдпис	Дата

Наступне АК для першого, зразкового режиму температури. Побачити його зовнішній вигляд можна на рисунку 3.4.

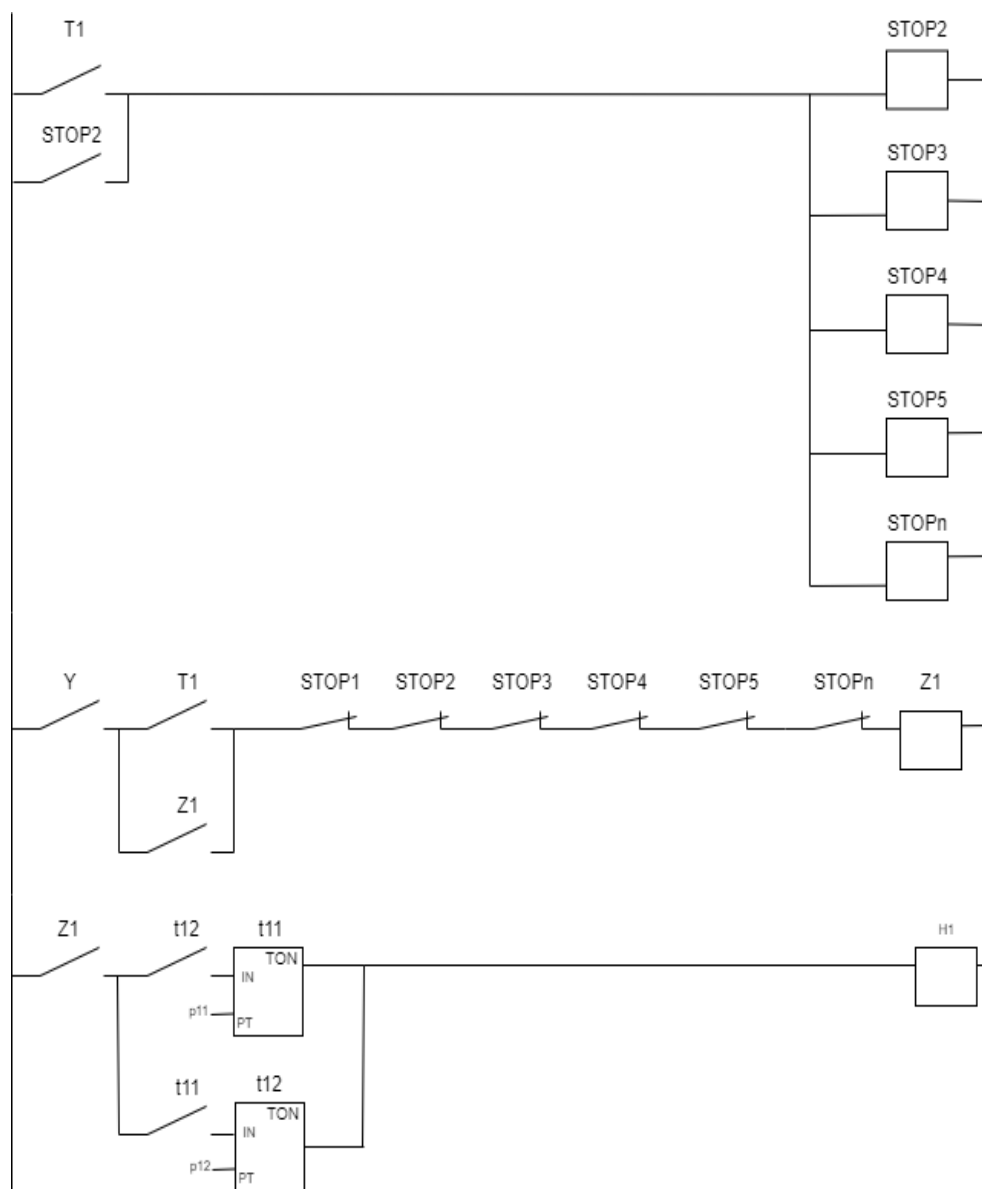


Рисунок 3.4 – АК при виборі певного температурного режиму ХО

Для повноцінного регулювання ХС у САВПЧРХО потрібно ще реалізувати одноразове натискання клавіші, що призведе до автоматичної зміни режиму. Інформація про це натискання клавіші повинна також зберігатися у МПП та не зникати, щоб САВПЧРХО працювала повноцінно та без перебоїв. Реалізувати цей Програмний код можна завдяки створенню АК зображеному нижче на рисунку 3.5.

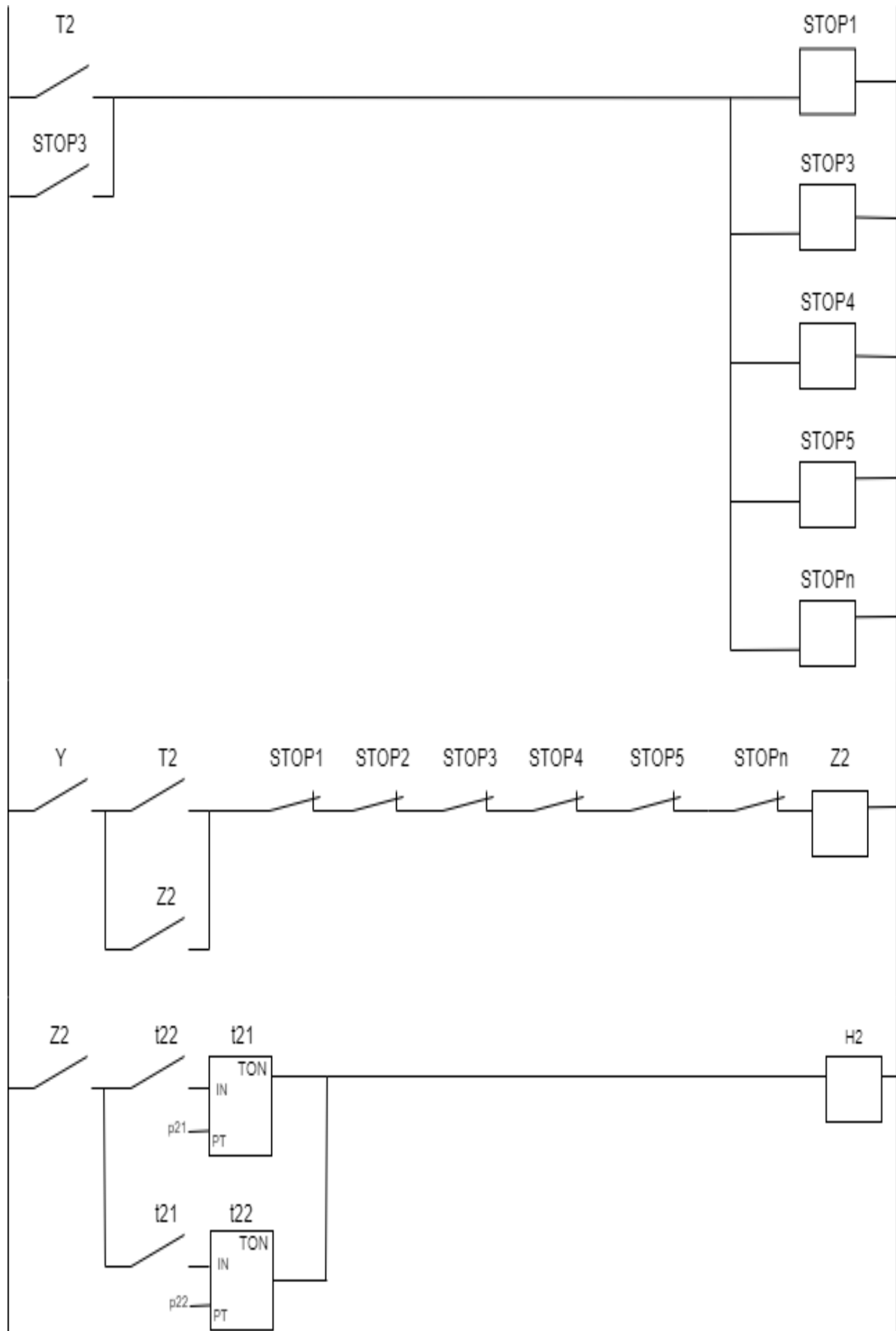


Рисунок 3.5 – АК зміни температурного стану у ХС

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ

Арк.

53

Алгоритм керування роботи асинхронного електродвигуна. Визначення режиму роботи АЕД Км розробки програми ПЛК САВПЧРХО полягає у тому, що необхідно скласти САР які зв'язують між собою станів виходів ПЛК САВПЧРХО та умов роботи АЕД КМ.

Стани роботи АЕД КМ:

1. Вихідний стан(очікування) АЕД КМ.
2. Пуск АСД КМ з автоматичним перемиканням схеми включення АСД КМ зірка-трикутник. Пуск АСД КМ є короткотривалим, тобто тривалість становить 5...10с.
3. Обертання АЕД Км за годинниковою стрілкою.
4. Обертання АЕД Км проти годинникової стрілки АЕД КМ.

Реалізація переходу з одного стану в інший забезпечується командними клавшами (віртуальними клавшами 1 МТК) І0, І1, І2, контактами блокування та реле часу к5 теплового реле ТR. Схему зображено на рисунку 3.6.

Наступні прийняті символічні позначення для АК пуском АЕД КМ:

- І0 – виключення АЕД КМ;
- І1 – включення обертання АЕД КМ за годинниковою стрілкою;
- І2 – включення обертання АЕД КМ проти годинникової стрілки;
- ТR – теплове реле АЕД КМ;
- tM – реле часу АЕД КМ;
- k1 – включення обертання АЕД КМ за годинниковою стрілкою;
- k2 – включення обертання АЕД КМ проти годинникової стрілки;
- k3 – включення АЕД КМ за схемою Трикутник;
- k4 – включення АЕД КМ за схемою Зірка;
- НL1 – сигнальна лампа ідентифікації САВПЧРХО, обертання АЕД КМ за годинниковою стрілкою;
- НL2 – сигнальна лампа ідентифікації САВПЧРХО, обертання АЕД КМ проти годинникової стрілки.

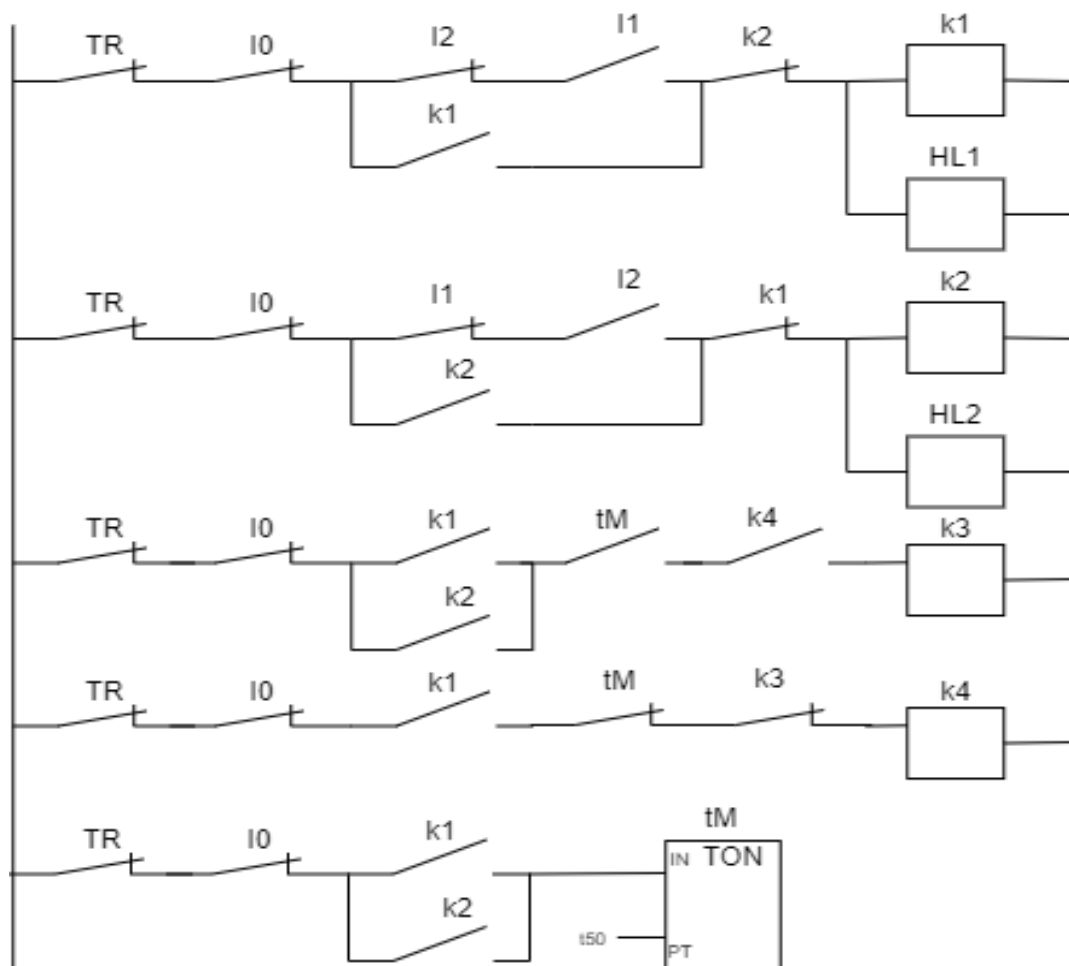


Рисунок 3.6 – Керування пуском АЕД КМ

СЛР, яка реалізує функції керування ПЛК САВПЧРХО:

$$k1 = HL1 = I0 * TR * (I2 * I1 + k1) * k2; \quad (3.1)$$

$$k2 = HL2 = I0 * TR * (I2 * I1 + k2) * k1; \quad (3.2)$$

$$k3 = I0 * TR * (k1 + k2) * tM * k4; \quad (3.3)$$

$$k4 = I0 * TR * (k1 + k2) * tM * k3; \quad (3.4)$$

$$tM = I0 * TR * (k1 + k2). \quad (3.5)$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

3.2 Мікропроцесорна програма керування системою автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання

Мікропроцесорна програма керування роботи вентиляторів у системі автоматизації параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання. У попередньому підрозділі КвР був створений АК Вл САВПЧРХО, на основі нього потрібно побудувати Програмний код, який буде реалізовано за допомогою ПЛК-100. Оскільки раніше було вибрано САВПЧРХО, у якій МПТ ПЛК-100, його мовою програмування обрано саме LD. Тому далі буде реалізована МПП за допомогою саме цієї мови. Для відображення усіх елементів САВПЧРХО будуть використовуватися підписи зазначені.

Результуючий програмний код буде поділений на дві частини, це відбувається за рахунок великих обсягів МПП, та зображений нижче (рисунки 3.7 – 3.8).

Мікропроцесорна програма керування запуску САВПЧРХО та встановлення потрібного ТР у системі автоматизації параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання. У попередньому підрозділі КвР було створено АК для запуску САВПЧРХО, за допомогою одноразового натиску на клавішу START. Реалізація цього МПП є досить легкою у САВПЧРХО. Також було створено автоматичне вимкнення САВПЧРХО за допомогою одноразового натискання клавіші STOP. Для побудови програмного коду використовуються ті самі позначення усіх елементів, що і описані у попередньому підрозділі. Реалізація даного програмного коду представлена на рисунку 3.9.

Для безпосередньої реалізації запуску роботи АК АЕД КМ, який був раніше розібраний у попередньому розділі, використовується побудована схема, що зображена на рисунку 3.10.

При використанні даної МПП контролюється довжина сигналу та час який (що) відділяє їх між собою, завдяки цьому ЧП розуміє в яку частоту потрібно

переробити для КМ сигнал, щоб отримати задану користувачем температуру у середині ХС.

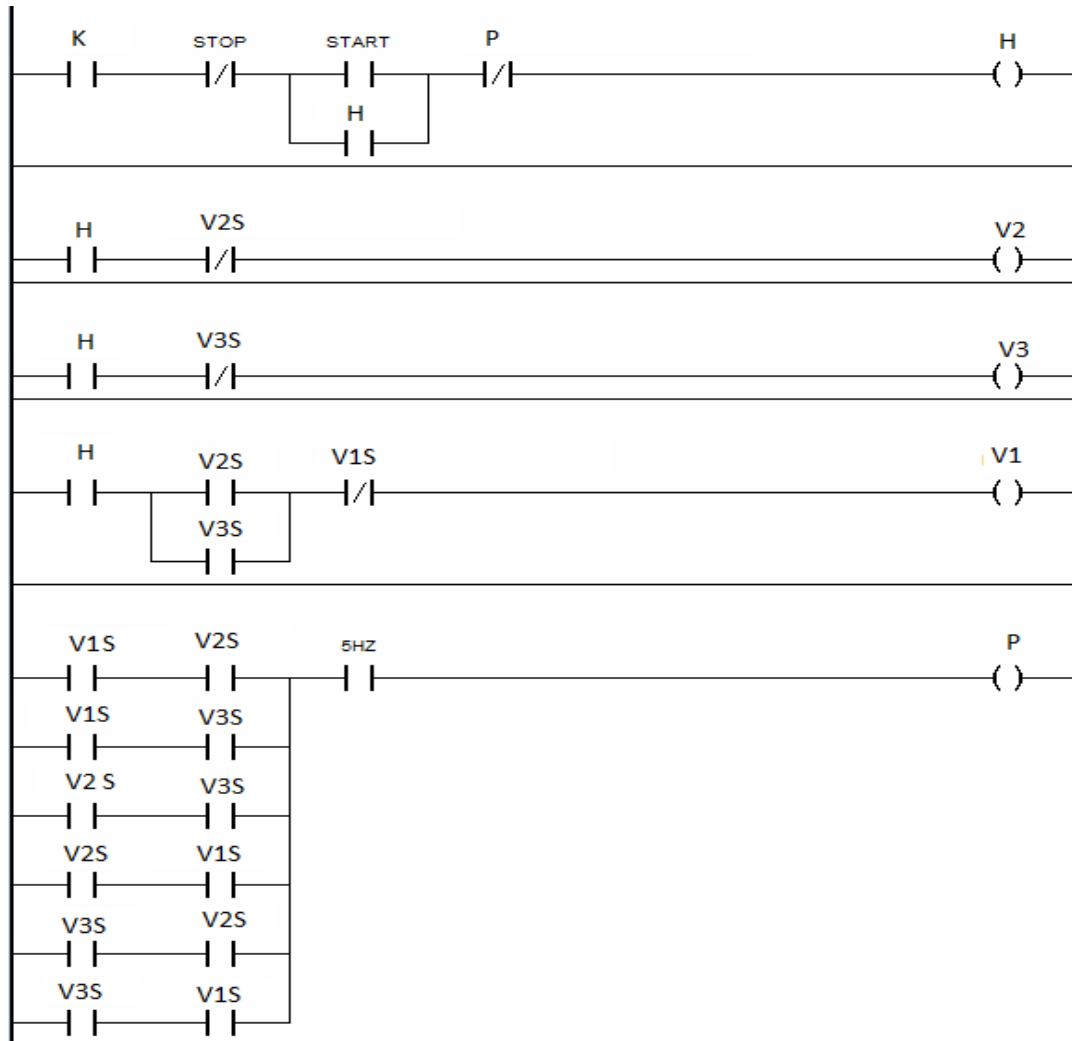


Рисунок 3.7 – Першої частина програмного коду реалізації АК Вл

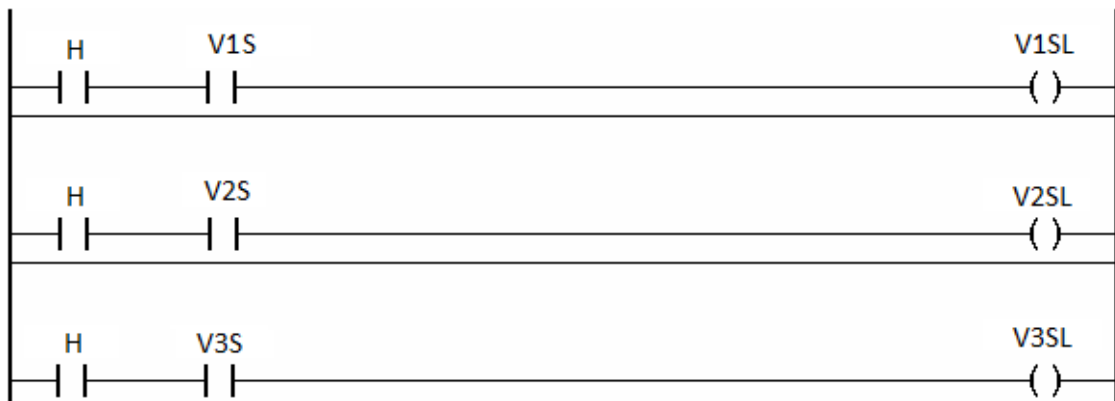


Рисунок 3.8 – Друга частини програмного коду реалізації АК Вл

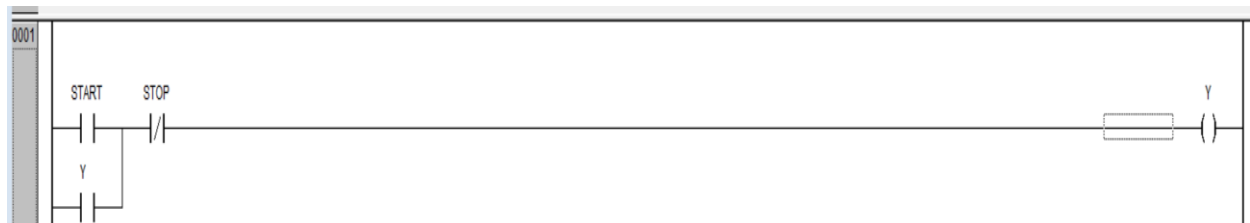


Рисунок 3.9 – Програмна реалізація запуску та припинення роботи САВПЧРХО завдяки одноразовому натисканню на відповідні клавіші (віртуальні кнопки)

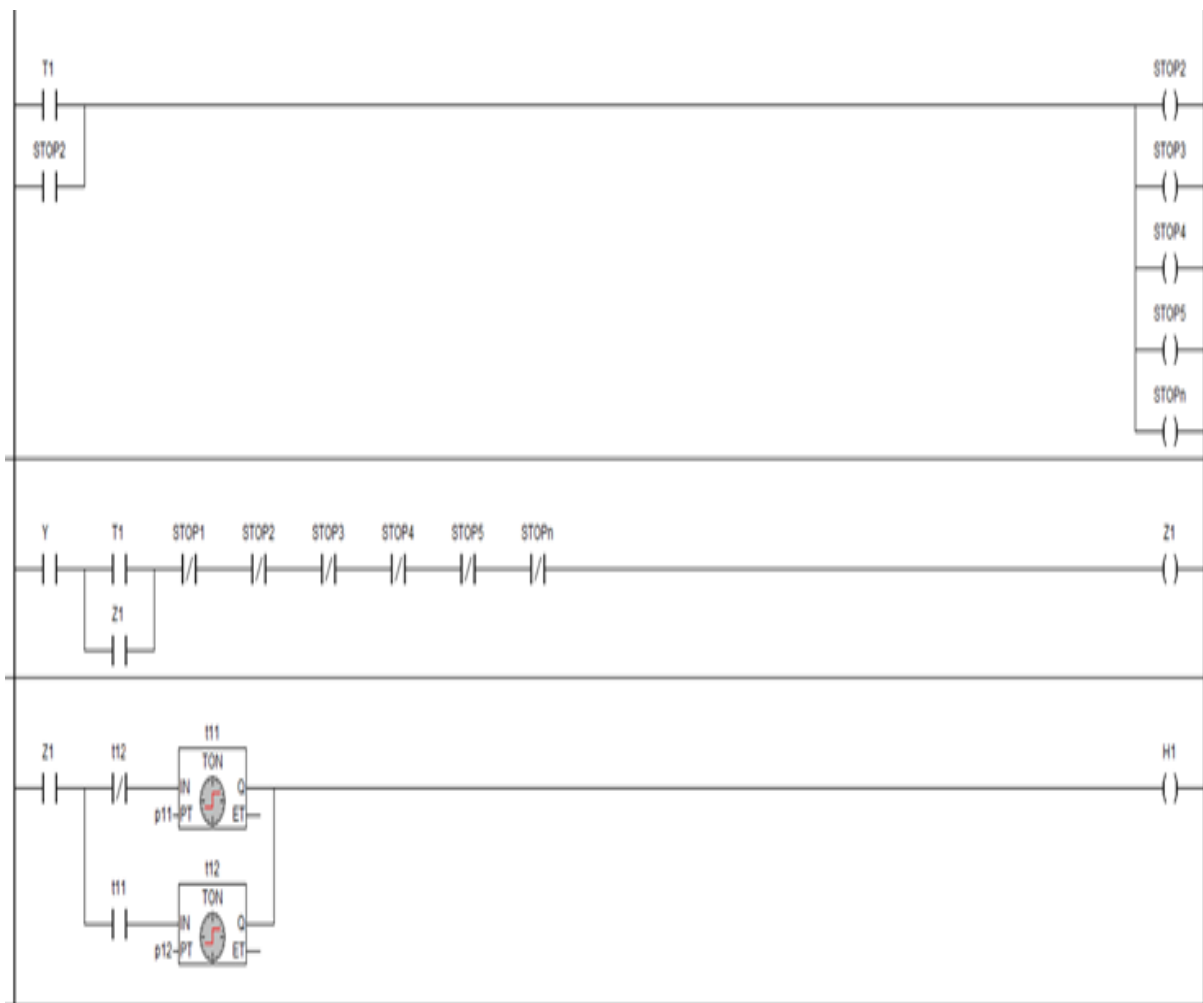


Рисунок 3.10 – Програмний код для реалізації запуску компресора та вибору ТР ХС

Для регулювання іншого ТР варто було створити ще одну клавішу, при натисканні на яку відбувалася б зміна частоти сигналу, яка б потрапляла на ЧП та в подальшому змінювала температуру, яку б виробляла ХС, програмний код зображений на рисунку 3.11.

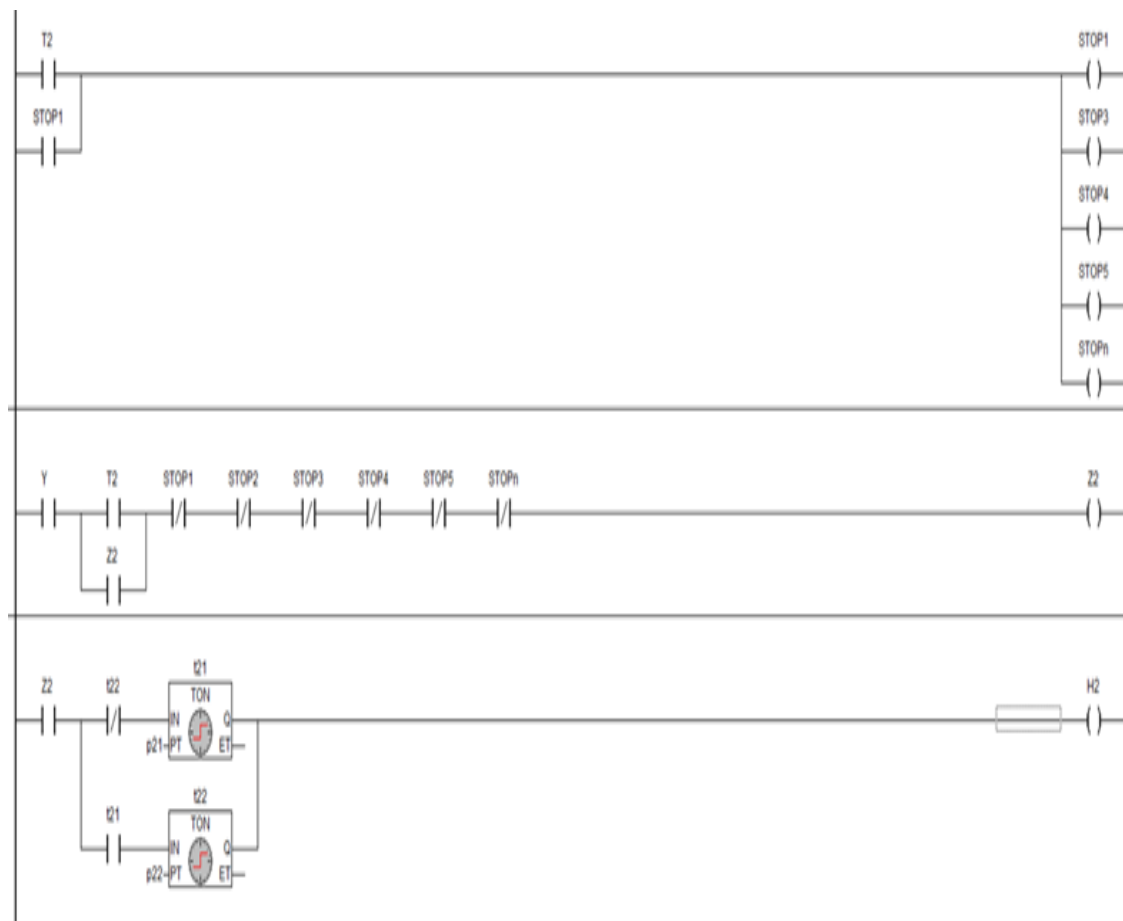


Рисунок 3.11 – Програмний код реалізації зміни ТР при натисканні на клавішу Т2

Мікропроцесорна програма керування роботи асинхронного електричного двигуна компресора у системі автоматизації параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання. У попередньому підрозділі КвР було створено АК двигуном КМ.

Завдяки МПП можна вибрати напрямок роботи АЕД КМ у залежності від працездатності одної з охолоджуючих систем, КМ може перейти у зворотній технологічний процес (ТП№1), від'єднавшись від цієї ХС №1, приєднавшись до іншої ХС№2 та продовжити роботу САВПЧХО, використовуючи зворотній рух. Оскільки друга ХС №2 дзеркально протилежна першій ХС, то їй такий напрямок роботи підходить.

Використовуючи позначки з попереднього розділу КвР та його АК було створено наступну МПП роботою та її напрямком АЕД КМ (рисунок 3.12).

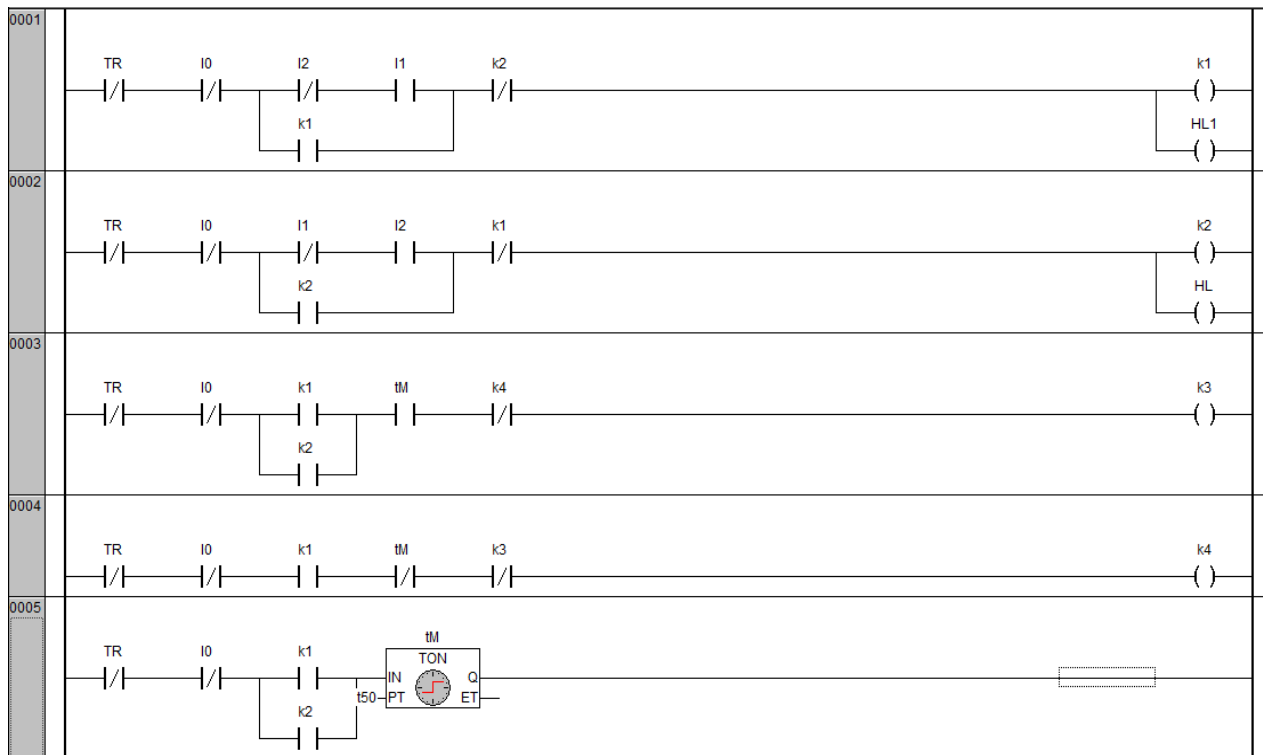


Рисунок 3.12 – Програмний код регулювання роботи АЕД КМ.

3.3 Висновки до третього розділу

У цьому розділі було розроблено та реалізовано ППЗ САВПЧРХО, на основі ПЛК-100 від фірми «Овен», що за допомогою ЧП керувало роботою АЕД КМ та роботою Вл щоб завжди одночасно працювало два з них, у разі коли в САВПЧРХО в робочому стані залишався лише один Вл – отримувалось мерехкотіння світло діода та вимкнення усієї САВПЧРХО. Також реалізовано автоматичне вмикання САВПЧРХО за рахунок натискання спеціальної Клавiші, регулювання ТР, що напряду залежні від АЕД КМ, за рахунок зміни частоти сигналу від ЧП що і змінює також швидкість його праці. Було також створено МПП, завдяки якому відбувається плавний та енергозберігаючий старт КМ, а підстрахування виходу з ладу ХС заміною її на іншу.

ВИСНОВКИ

В результаті дослідження САВПЧРХО її будови та принципів дії ХС, були виявлені основні складові САВПЧРХО, їхні недоліки, переваги та особливості ХО.

У першому розділі КвР було ознайомлено з будовою ХС та САВПЧРХО, тобто які саме бувають складові САВПЧРХО. Розглянуто фізичні явища, завдяки яким відбуваються основні ТП в середині ХС,. Були розглянуті різні види ХС, переваги та недоліки кожних з них у будові САВПЧРХО.

У другому розділі КвР було сконструйовано структурну схему САВПЧРХО, що допомогло більше сфокусуватися на ХО. Далі було почергово розібрано кожний елемент, його особливості, ТХ, переваги та недоліки. Також були обрані конкретні елементи. Враховуючи особливості АЕД КМ були прийняті рішення, що дозволили скоротити енерговикористання САВПЧРХО за рахунок зниження затрат енергії АЕД КМ. Були створені АК, при яких зменшувались ризики поломок САВПЧРХО.

У третьому розділі були реалізовані усі АК, за допомогою ПЛК-100 компанії «ОВЕН» та ЧП, що представлені у другому розділі КвР. В результаті чого отримано було САВПЧРХО, у якій можна регулювати потрібний тепловий режим ХС, безперервну роботу Вл та резервні способи підтримання працездатності САВПЧРХО.

Загалом була створена САВПЧРХО з урахуванням усіх фізичних ТП, розбором всього можливого ХО. За допомогою частоти, від ПЛК та через ЧП керує роботою та режимами АЕД КМ, стало можливим регулювання ТР ХС та економічно вигідне вирішення роботи КМ.

					КвРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Мікропроцесорні засоби в автоматизованих системах керування технологічними процесами : підручник / А. К. Бабіченко; ред. А. К. Бабіченко; НАц.Техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Водний Спектр Джі-Ем-Пі, 2016. – 440 с.

2. Ладанюк А. П., Архангельська К. С., Власенко Л. О. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: Навч. посіб. / – К.: НУХТ, 2014. – 274 с.

3. Невлюдов І. Ш. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі CODESYS: Навчальний посібник / І. Ш. Невлюдов, С. П. Новоселов, О. В. Сичова. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 264 с.

4. Беляєв Н.М Термодинаміка.-К.: Вища школа, - 1987.- 344 с.

5. Кирилін В.А., Сичов В.В., Шейндлін А.Є. Технічна термодинаміка.- М.:Енергоатоміздат.- 1983.-416 с.

6. Вукалович М.П., Новіков І.І. Термодинаміка.-М.: Машинобудування.- 1972.- 672с.

7. Технічна термодинаміка. / Є.В. Дрижаков, С.І. Ісаєв, І.А. Кожин та ін./ Підред. В.І. Крутова.-М: Вища школа, 1981. - 439 с.

8. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка.-К.: Техніка.-2001.-320 с.

9. Базаров І.П. Термодинаміка.-М.: Вища школа.-1983.-344 с.

10. Технічна термодинаміка. / Г.М. Данилова, В.М. Філаткін, О.П. Іванов та ін. Під ред. Е.І. Гуйго.- Л.: Вид-во Ленінгр. ун-ту, 1984. - 296 с.

11. В.Є. Сицко, М.Н. Міклушова. Товарознавство непродовольчих товарів. Мн.: Вишэйшая школа, - 1999 р.

12. Н.П. Косарева, Г.А. Демидова та ін Товарознавство непродовольчих товарів. М.: Економіка, - 1986 р.

13. Х. Крузе. Економія енергії при використанні вуглеводнів як холодоагентів. Переклад ТПП РБ № 4138/10, - 1996 р.

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

14. А.М. Петров, Б.Є. Фішман. Побутові машини і прилади. М., - 1973 р.

15. Г. Галозан. Розвиток холодоагентів. Словаччина, - 1995 р.

16. І.М. Мазурін. Рециклювання холодоагентів - основна умова їх перспективи. М., - 1996 р.

17. Х. Йоргенсен. Досвід з використання вуглеводів в побутових холодильниках і морозильних камерах. Переклад ТПП РБ № 4138 / 9, - 1996 р.

18. "Побутові машини і прилади". навчальний посібник ч.1 / Б.Е.Кочегаров, В.В. Лоцманенко, Г.В. Опарін - Кременчук. Вид-во ДВГТУ

					КВРАКІТ.2018030.01.06.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ «СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ
ТА ЧАСТОТНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ»

ВИКОНАВ:
СТУДЕНТ 4 КУРСУ,
ГРУПИ АКІТ-18-1
КУТУКОВ Є.І.

КЕРІВНИК: К.Т.Н. ДОЦЕНТ
МАКАРИШКІН Д.А.

Мета роботи: розробка технічно-програмного забезпечення системи автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодильного обладнання

Об'єкт дослідження: процеси вимірювання та частотне регулювання холодильних систем

Предмет дослідження: система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодильного обладнання



Переваги автоматизованої системи вимірювання холодильного обладнання

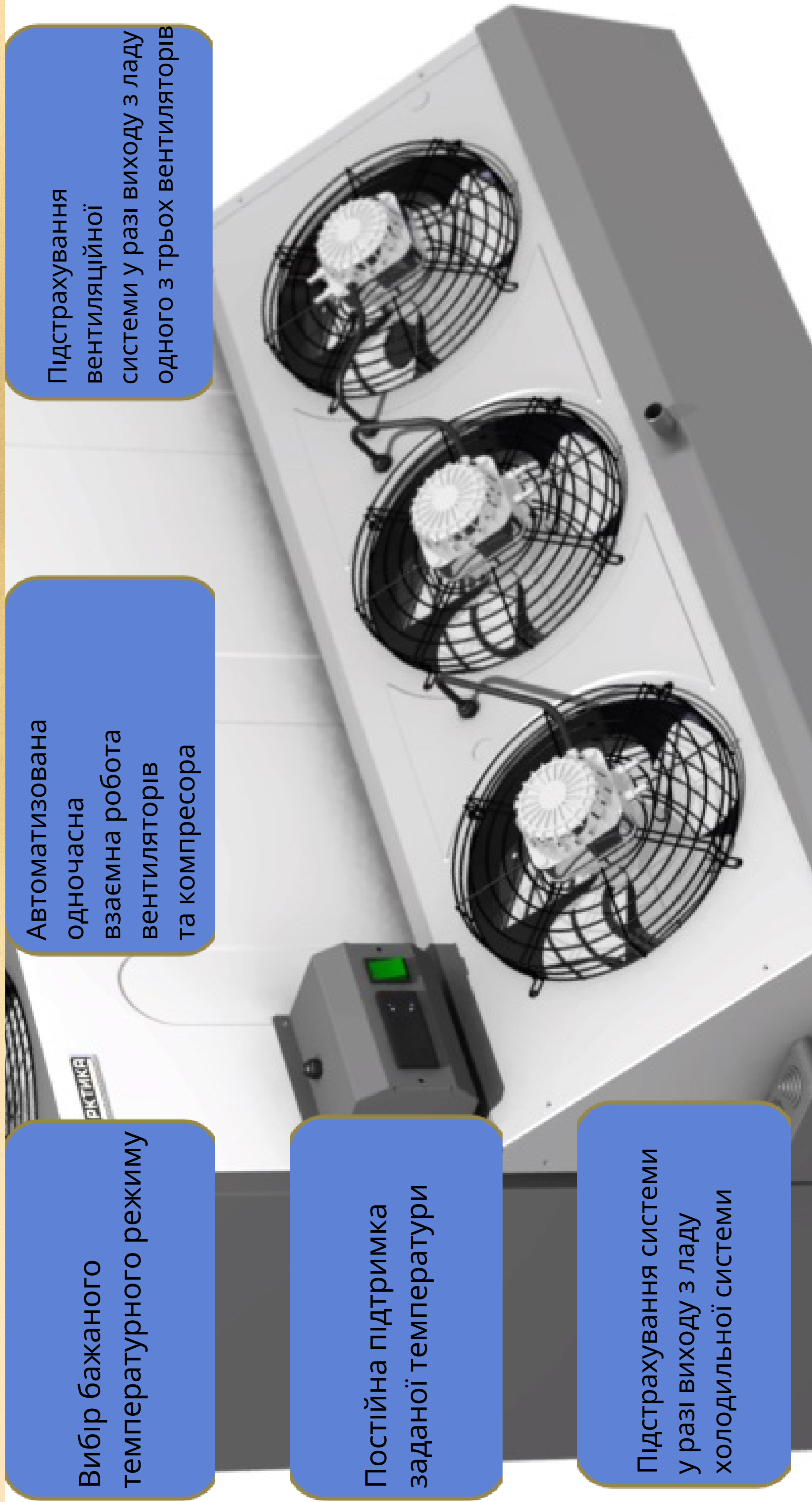
Вибір бажаного
температурного режиму

Постійна підтримка
заданої температури

Підстрахування системи
у разі виходу з ладу
холодильної системи

Автоматизована
одночасна
взаємна робота
вентиляторів
та компресора

Підстрахування
вентиляційної
системи у разі виходу з ладу
одного з трьох вентиляторів



Система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодильного обладнання використовується у багатьох сферах та цілях

Для перевезення охолоджених предметів

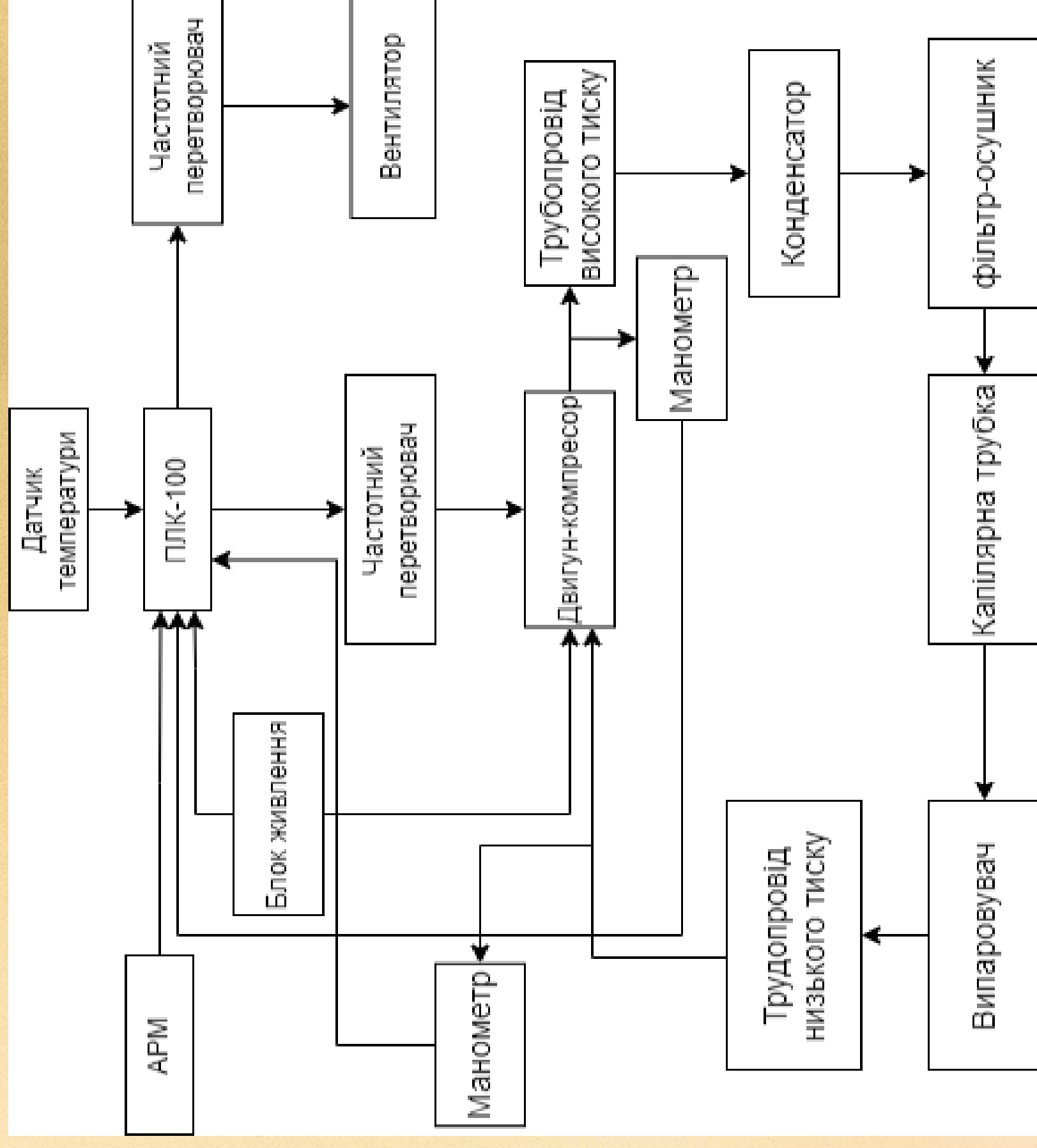


На підприємствах для підтримки та продовження терміну придатності товарів

На заводах при рецептурі виготовлення

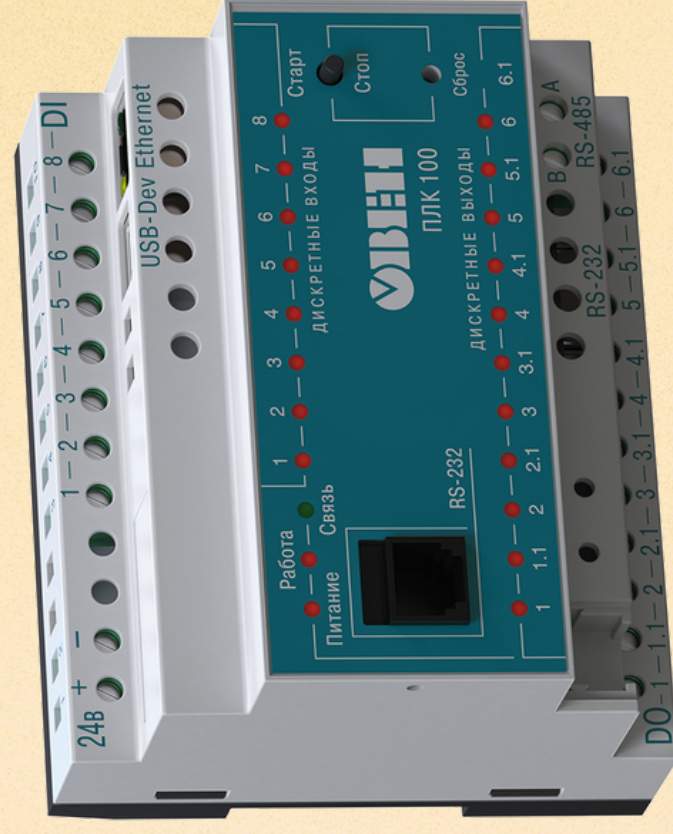


Розроблена структурна схема системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання ХОЛОДИЛЬНОГО обладнання

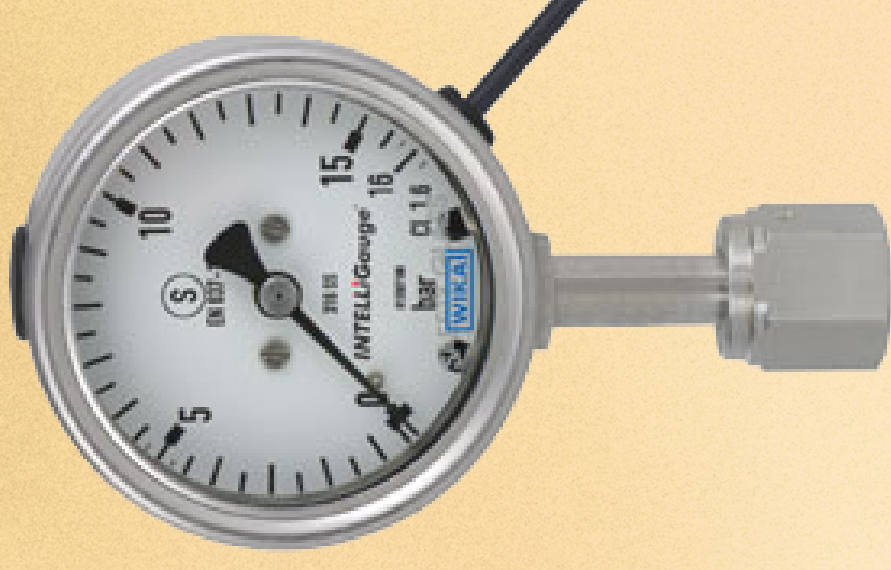


Технічні засоби автоматизації для реалізації розробки структурної схеми

ПЛК-100



Манометр WIKA PGT23.063 UNP
з трубкою Бурдона



Частотний перетворювач
KIPPRIVOR AFD-L



Технічні засоби автоматизації для реалізації розробки структурної схеми

Фільтр-осушувач SDML-307S



Термістор Pt100

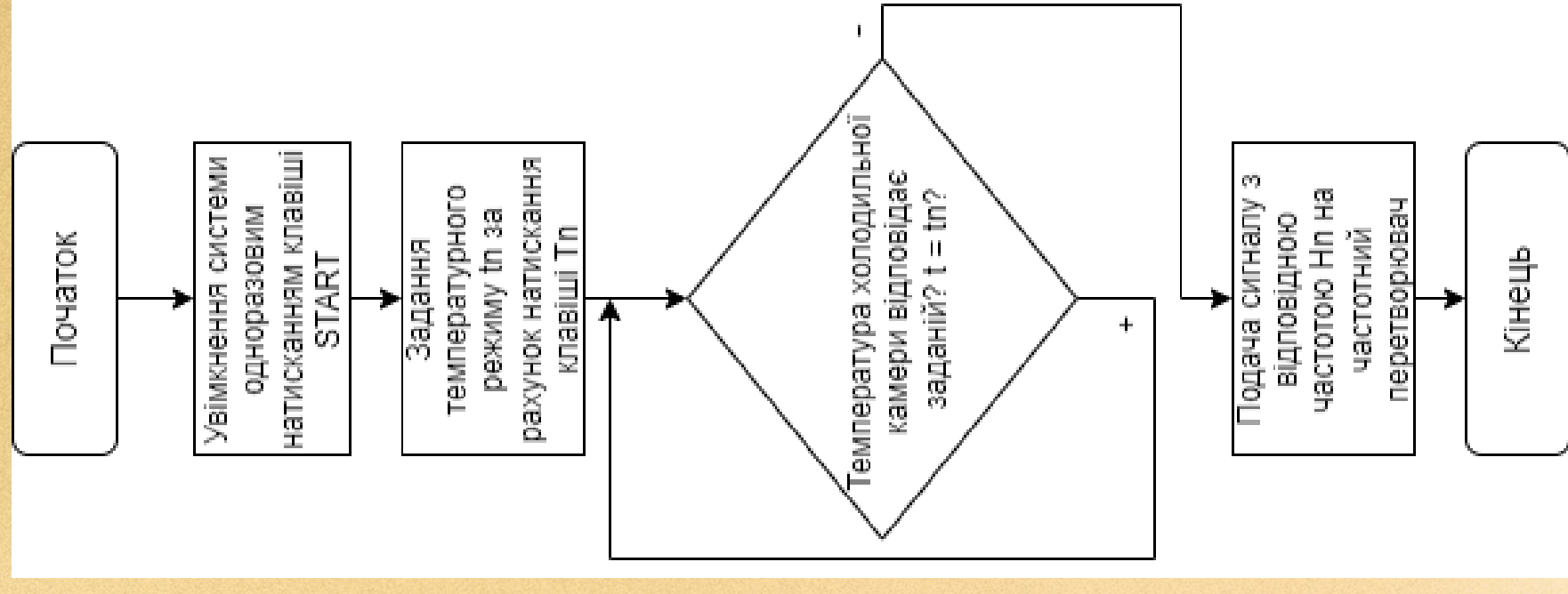


Компресор Electrolux

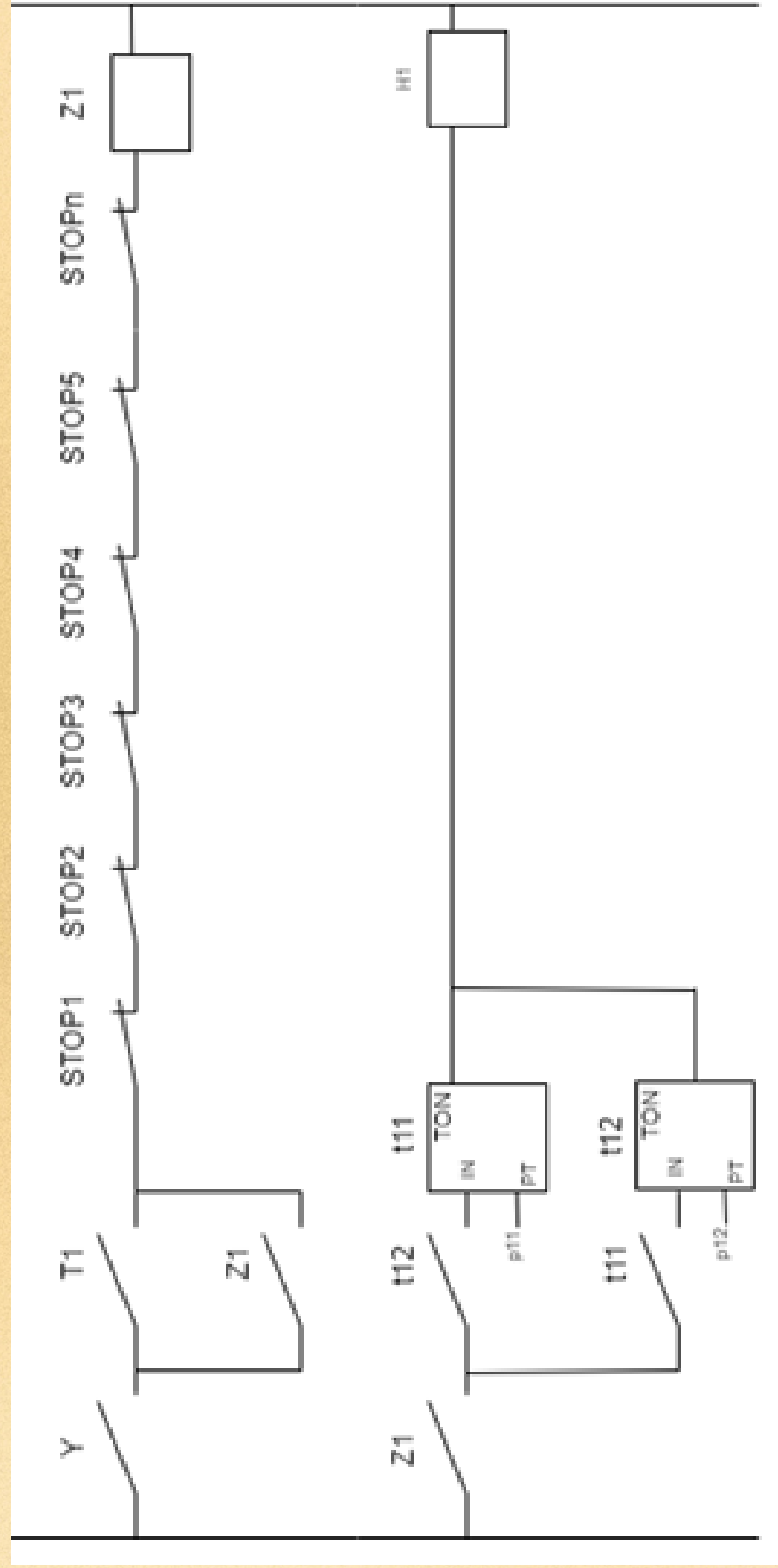
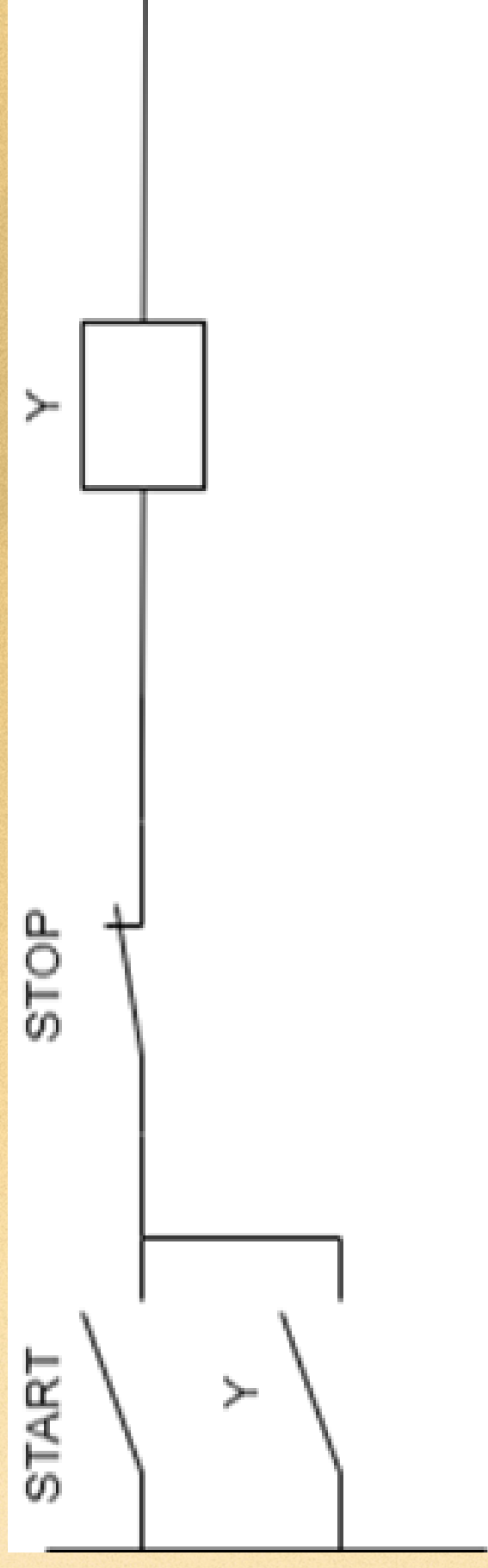
LG FMA102NAMA TCA36471338



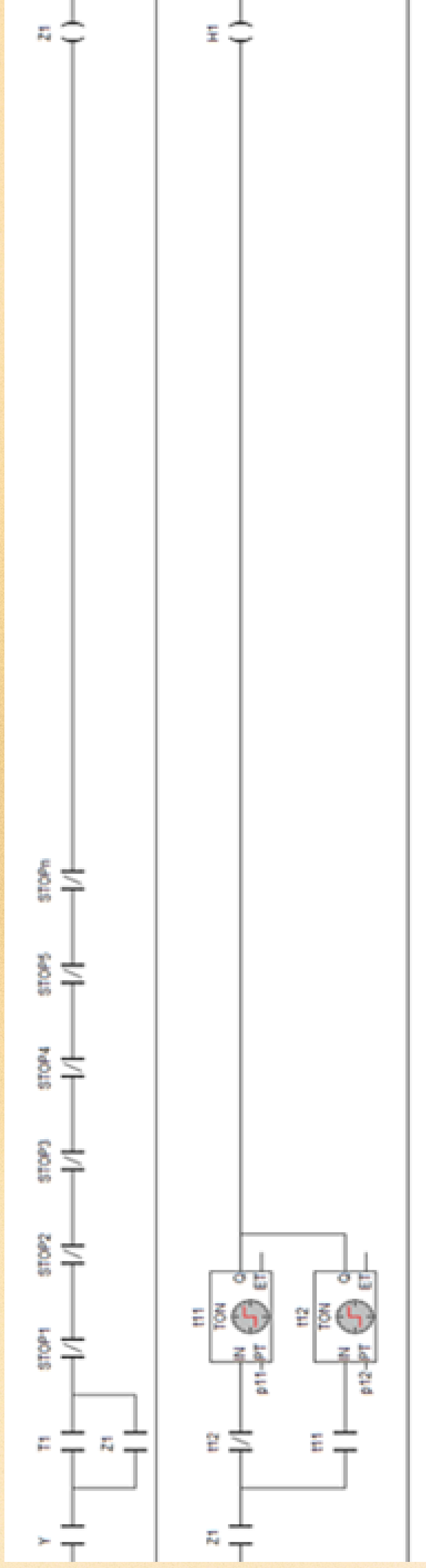
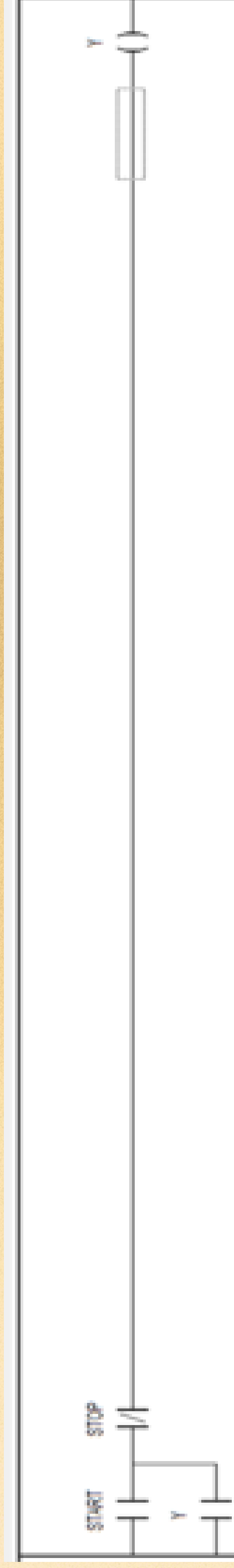
Блок-схема алгоритму для реалізації встановлення температурного режиму холодильної системи та його підтримки



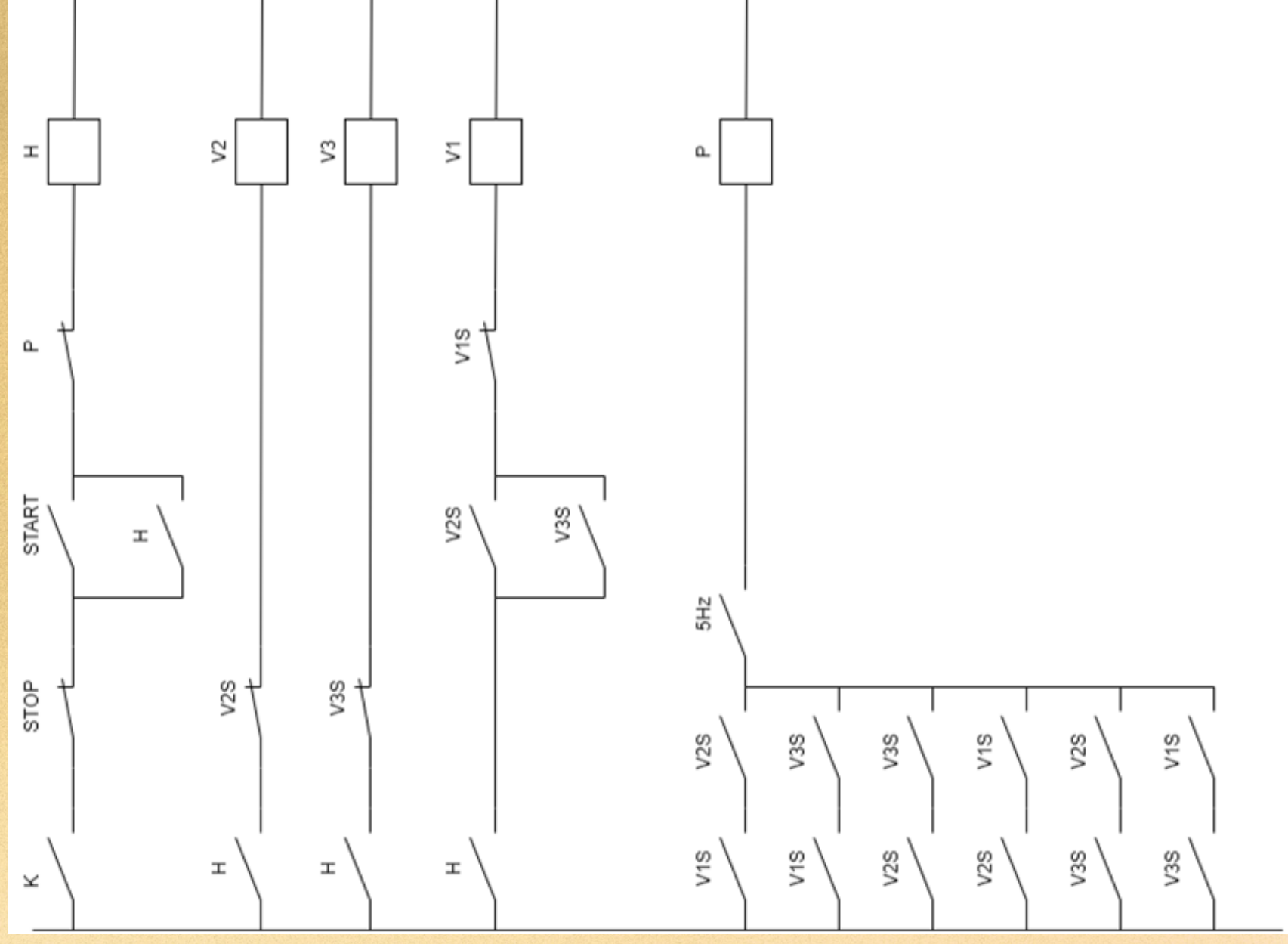
Фрагмент розробленої релейної електрично-принципової схеми алгоритму керування холодильної системи



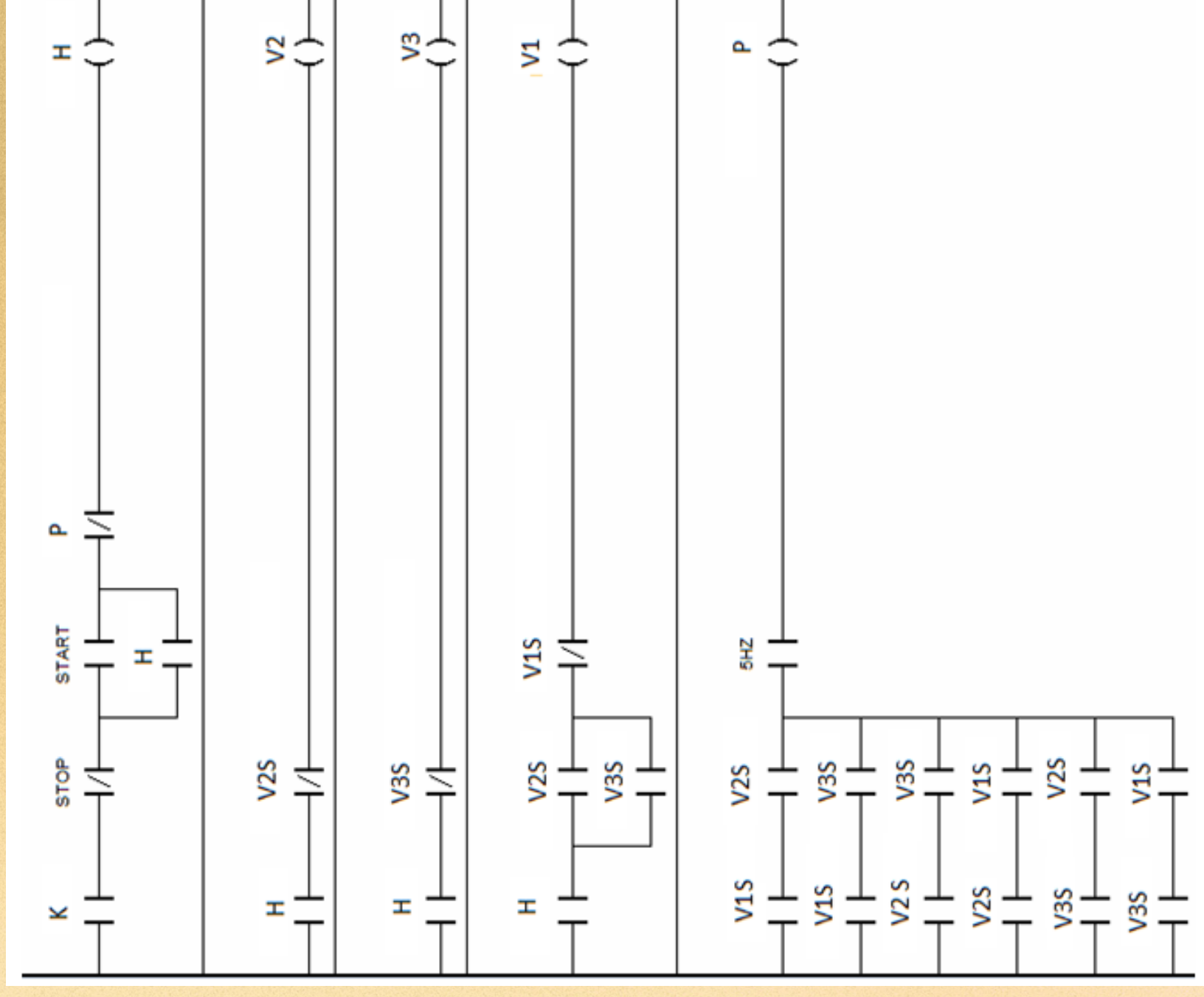
Фрагмент розробленої програми керування реалізації релейної електрично-принципової схеми системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного регулювання холодильного обладнання



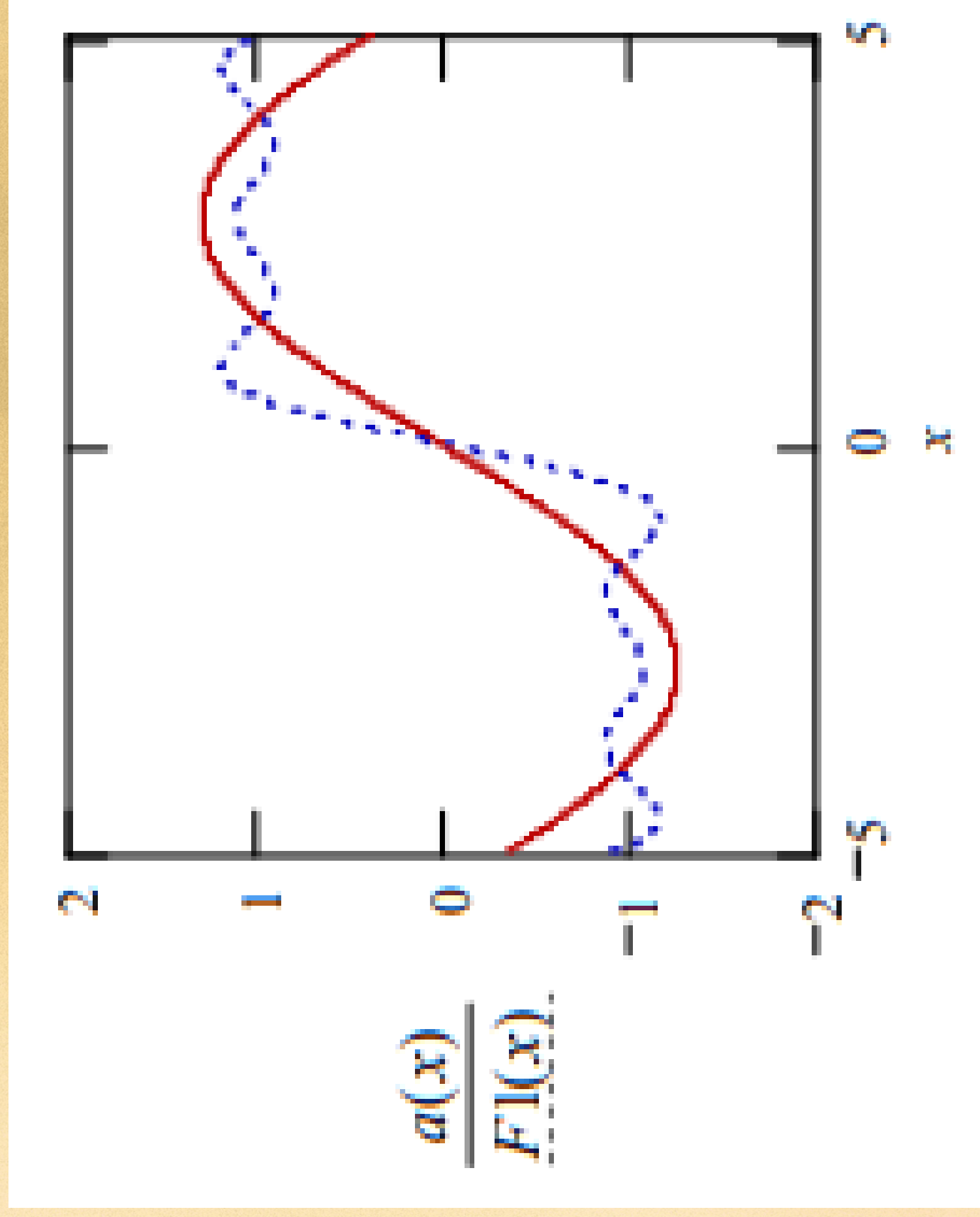
Фрагмент розробленої релейної електрично-принципової схеми алгоритму керування вентиляторами



Фрагмент розробленої програми керування реалізації релейної електрично-принципової схеми алгоритму керування вентиляторами



Приклад частотного перетворення змінного струму
на постійний



ВИСНОВКИ

Отримані результати виконання кваліфікаційної роботи показують, що при напрузі живлення досягти номінального значення струму двигуна неможливо. Застосування ПЛК в системі керування дозволяє легко реалізувати динамічний розгін електродвигуна компресора, що значно знижує енерговитрати та підвищує надійність обладнання. Це відбувається за рахунок перетворення частоти змінного струму у контрольовану частоту, яка і керує обертами компресора.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ



Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

Дата перевірки:
17.06.2022 18:18:52 EEST

Дата звіту:
17.06.2022 18:29:59 EEST

ID перевірки:
1011606254

Тип перевірки:
Doc vs Internet

ID користувача:
100005862

Назва документа: Кутуков антиплагиат

Кількість сторінок: 60 Кількість слів: 8682 Кількість символів: 61274 Розмір файлу: 2.22 MB ID файлу: 1011474768

2.67% Схожість

Найбільша схожість: 1.15% з Інтернет-джерелом (<https://ukrbukva.net/page,6,17623-HolodII-nye-mashiny.html>)

2.67% Джерела з Інтернету

8

Сторінка 62

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи

4

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 0.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 18%

ID: 105873 Назва: Бакалаврська кваліфікаційна робота Додано в БД: 2022-06-17 Автора: Кутуков Є. Керівники: Мартинюк В.В. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних
	Символи	Лексеми	Символи
	74699	470	518 (1%)
			6 (1%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Кутуков Єлесе́й Ігорович

Тема: Система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодинного обладнання

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

Обсяг кваліфікаційної роботи

Кількість листів креслень 0 Кількість сторінок записки 69

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень в результаті виконаного наукового дослідження розроблена мікропроцесорна система автоматичного вимірювання параметрів та частотного регулювання холодинного обладнання

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Кваліфікаційна робота відповідає виданому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки та техніки і передових методів роботи: Перший розділ присвячено аналізу існуючих холодинних систем. На основі аналізу були виявлені продуктивніша та підходяща система, що лягла в основу дипломної роботи. Виявлено, що тема нині має велику актуальність за рахунок великої популярності використання. В другому розділі сконструйовано та розглянуто структурну схему системи, також наведено найкращі та найвигідніші складові дипломної роботи, виходячи з їхньої надійності, вартості, потужності та співвідношенню ціни до якості з описом кожної деталі, що використовувалась для побудови системи автоматизації вимірювання параметрів та частотного керування холодинного обладнання. В третьому розділі реалізоване алгоритмічне та програмне забезпечення системи автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодинного обладнання. Побудовані релейно-контактні схеми та представлений реалізований до них програмний код на мові програмування LadderDiagram (LD), виконаний у середовищі CoDeSys.

4. Позитивні сторони роботи: спроектована система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодинного обладнання забезпечує чіткий автоматизований контроль параметрів температури та тиску у холодинній системі в режимі реального часу за допомогою зміни поданої частоти на асинхронний електродвигун компресора, який приводить у дію холодинну систему.

5. Негативні сторони роботи: _____

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: - _____

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на достатньому науковому рівні

8. Інші зауваження: - _____

9. Оцінка дипломної роботи: Розглянувши представлену роботу, вважаю, що робота заслуговує оцінки добре 4,75 (А)

10. Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, місце роботи) _____

Мабука Павло Сергійович, к.т.н, доцент
кафедри машин і апаратів електро-меха-
нічних та енергетичних систем

«17» 06 2022р.

Мабука
підпис

РІШЕННЯ КАФЕДРИ

АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Система автоматизації вимірювання параметрів та частотне регулювання холодильного обладнання

Автор: Кутуков Єлессей Ігорович

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Науковий керівник: к.т.н, доц. Макаришкін Денис Анатолійович

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження: Запозичення у розмірі 2.67%, виявлені в роботі відповідають тексту стандартних бланків та списку літератури, решта запозичень є випадковими, або на них є посилання, тому ці запозичення не є плагіатом, бо вони не стосуються наукової новизни і практичної значущості роботи.

17.06.2022р.

Науковий керівник роботи:

Зав. каф. АКІТ



Макаришкін Д.А.

Мартинюк В.В.

Завідувачу кафедри АКІТ
Мартинюк В.В.
Здобувача вищої освіти
студента 4 курсу, гр. АКІТ-18-1
Кутуков Є.І.

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

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

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

16.06.2022
дата


Підпис