

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Розроблення та дослідження системи автоматичного керування елеватором

Виконав: студент 2 курсу, групи 601-МЕ
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Марченко О.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Галай В.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Кишчиєв С.Г.

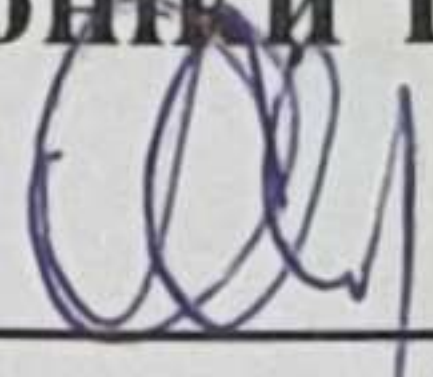
(прізвище та ініціали)

Полтава - 2024 рік

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та
робототехніки
Кафедра Автоматики, електроніки та телекомунікацій
Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автоматичної,
електроніки та телекомунікацій


О.В. Шефер
« 02 » 09 2024 р.

ЗАВДАННЯ

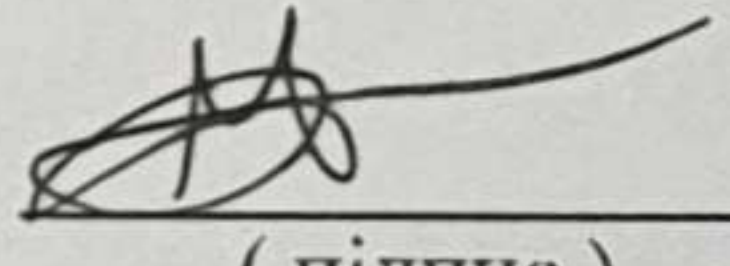
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Марченко Олександр Сергійовичу

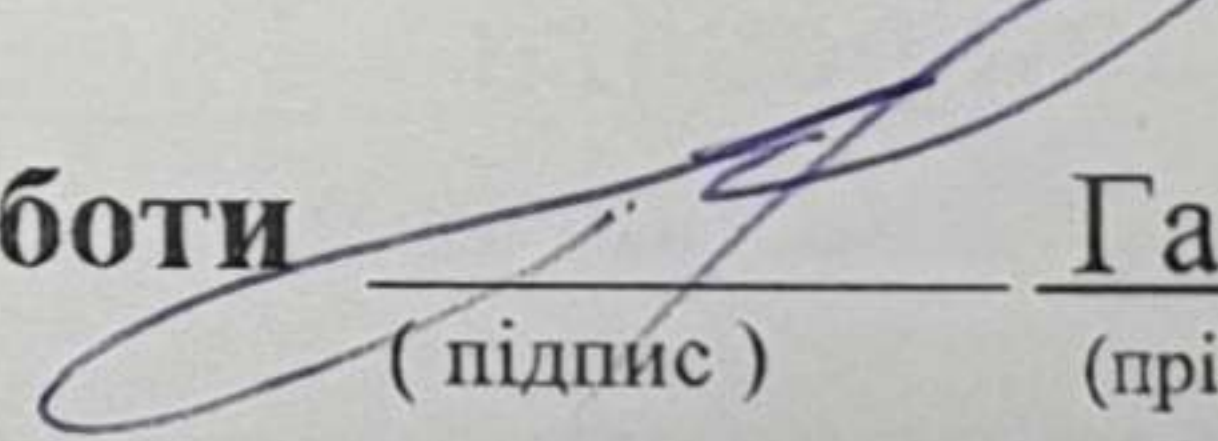
- Тема роботи Розроблення та дослідження системи автоматичного керування елеватором
керівник роботи Галай Василь Миколайович, к.т.н., доцент
затверджена наказом вищого навчального закладу від 09.08.2024 року № 818- ф.а
- Строк подання студентом проекту (роботи) 19.12.2024
- Вихідні дані до проекту (роботи) Технологічна карта процесу пересипання зерна, Документація виробника до контролерів Siemens LOGO, Набір бібліотек програми LOGO! Soft Comfort.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз способів транспортування зерна, вибір та обґрунтування елементів розробки, розробка системи збору необхідної інформації, розробка програми керування пневмотранспортером.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):
 - пристрої транспортування зерна;
 - пристрої автоматичної в транспортерах зерна;
 - контролер Siemens LOGO! 24CE;
 - вибір елементів розробки;
 - програма керування пневмотранспортером;
 - силова електрична схема системи автоматичного навантаження зерна.
- Дата видачі завдання 02.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи			Примітка (плакати)
1	Аналіз способів транспортування зерна.	01.10.24	I	20%	Пл. 1
2	Огляд пристроїв автоматики в транспортерах зерна. Огляд пристроїв відображення стану процесів.	16.10.24		40%	Пл. 2
3	Вибір та обґрунтування елементів розробки.	20.11.24	II	60%	Пл. 4
4	Розробка системи збору необхідної інформації. Розробка програми керування пневмотранспортером.	10.12.24		80 %	Пл. 5
5	Оформлення кваліфікаційної роботи магістра	20.12.24	III	100%	Пл. 6

Магістрант 
(підпис)

Марченко О.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи 
(підпис)

Галай В.М.
(прізвище та ініціали)

Зміст

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Дослідження методів перевезення зерна.....	8
1.2 Огляд пристроїв автоматики в транспортерах зерна	17
1.3 Аналіз обладнання для візуалізації стану процесів	23
2. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ПРОЄКТУ	25
2.1 Обґрунтування методу транспортування зерна в проєкті.....	25
2.2 Вибір двигуна.....	26
2.3 Вибір логічного контролера	27
2.4 Вибір засобів автоматики	30
3. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПНЕВМОТРАНСПОРТЕРОМ.....	37
3.1 Створення системи збору необхідної інформації	37
3.2 Розробка програмного забезпечення для керування пневматичним транспортером.....	38
3.3 Налаштування параметрів витратоміра.....	57
3.4 Електрична схема системи автоматичного керування пневмотранспортером	59
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	61
4.1 Організаційні заходи та рішення щодо технічного забезпечення для забезпечення безпеки при експлуатації засобів автоматизації та технологічного обладнання.....	61
4.2 Електробезпека	62
4.3 Організаційні заходи та рішення, спрямовані на підтримку гігієни праці та санітарії на виробництві.....	64
4.4 Кліматичні умови та склад повітря робочої зони	65
4.5 Освітлення на виробництві.....	67
4.6 Шум на виробництві.....	67
4.7 Заходи з пожежної безпеки та профілактики	68
4.8 Запобігання пожежам	68
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71
ДОДАТКИ.....	73

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

AC (англ. Alternating current) – змінний струм.

DC (англ. Direct current) – постійний струм.

DFU (англ. Device Firmware Update) – скидання до заводських налаштувань.

FBD (англ. Functional Block Diagram) – мова програмування за допомогою логічних елементів і релейної логіки.

HMI (англ. Human-Machine Interface) – людинно-машинний інтерфейс.

HTML (англ. HyperText Markup Language) – мова розмітки документів для перегляду вебсторінок

SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition) — диспетчерське управління і збір даних

АСКОЕ – автоматизована система комерційного обліку електроенергії

АСУ – автоматизована система управління

КВПіА – контрольно-вимірювальні прилади і автоматика

ПЛК – програмований логічний контролер

РК – рідко-кристалічний

СУМ – давач підпору мембранний

ТЗ – технічна задача

ТП – технологічний процес

ВСТУП

Актуальність теми: Сучасний світ висуває свої стандарти і вимоги до виробництва. Компанії, які не впроваджують автоматизацію технологічних процесів і вдосконалення, ризикують опинитися в аутсайдерах. Одним із ключових факторів технологічного прориву в промисловості стало зменшення впливу людського фактору та впровадження автоматизованих систем управління. Завдяки їм знизилася собівартість продукції, збільшився обсяг і якість продукції, що, в свою чергу, призвело до збільшення прибутку.

Автоматизована система керування (АСУ) — це система, яка мінімізує потребу втручання в процес, використовуючи релейну логіку або команди, написані на спеціалізованій мові програмування, для керування виконавчими механізмами.

Проте прибуток – не єдина рушійна сила нашого суспільства. Сьогодні, в умовах війни, гостро стоїть питання вивезення зерна за кордон. Морський транспорт залишається найзручнішим способом, але зараз ця можливість обмежена і може взагалі зникнути. У зв'язку з цим все більшого значення набувають перевезення зерна річковими суднами, залізницею та автотранспортом. Однак під час навантаження виникає серйозна проблема – перевантаження, особливо це актуально для автомобільного транспорту, де навіть незначне перевищення ваги тягне за собою штрафи.

На елеваторах, наприклад, якщо вагон перевантажений, його потрібно розвантажувати і знову завантажувати. Це призводить до непотрібної витрати палива та втрати часу, який є надзвичайно цінним.

Тому було вирішено створити мобільний зернонавантажувач, який дозволяє точно завантажувати автомобілі чи вагони, а також забирати зерно з силосів та складських приміщень середніх та малих господарств.

Мета розробки: Головним завданням даного проекту є розробка системи автоматизованого завантаження необхідної кількості зерна з метою прискорення

процесу навантаження, а також мінімізації ймовірності виникнення перевантажень або недовантажень.

Об'єкт вивчення: Процес управління завантаженням зерна.

Предмет вивчення: Система управління пневматичного навантажувача зерна, що базується на вже існуючих контролерах.

Основними завданнями дослідження є:

- провести аналіз методів транспортування зерна та виявлення їх недоліків;
- провести обґрунтування та вибір устаткування компонентів розробки;
- створення системи збору необхідної інформації;
- розробка програмного забезпечення для керування пневматичним транспортером.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Дослідження методів перевезення зерна

Для транспортування зерна на малих відстанях використовуються три основні типи пристроїв: конвеєри, елеватори (норії) та пневматичні навантажувачі. Щоб обрати найкращий варіант, необхідно детально ознайомитися з кожним із цих пристроїв, їх різновидами, а також проаналізувати їхні переваги та недоліки. Почнемо з конвеєрів, які поділяються на гвинтові (шнекові), стрічкові, роликові, вібраційні та пластинчасті, скребкові.

Шнекові конвеєри (гвинтові) — це транспортні системи, які здатні забезпечують закрите переміщення зерна у горизонтальному та нахиленому положенні (до 60°). Вони застосовуються в ситуаціях, коли потрібно транспортувати великі обсяги сипучих матеріалів у межах одного технологічного процесу. Шнеки підходять для переміщення сипких, пилоподібних і порошкових матеріалів. Вони забезпечують транспортування матеріалів на відстань до 50 метрів по горизонталі та до 15 метрів по вертикалі, з продуктивністю до 190 т/год.

Діаметр шнека як правило становить від 100 до 600 мм, а частота обертання — від 10 до 120 обертів за хвилину. Однак шнеки не рекомендується використовувати для переміщення липких, високоабразивних матеріалів або таких, що мають властивість ущільнюватися.

Гвинтові конвеєри також можуть виконувати функції живильників, дозаторів або змішувачів. Для змішування матеріалів застосовуються диференційні шнеки, де гвинти двох суміжних механізмів обертаються в протилежні сторони.

У сільськогосподарській галузі шнекові транспортери застосовують для перевантаження зерна з вантажівок або зерновозів у сховища. Їхній привід може здійснюватися електромотором, механізмом відбору потужності трактора або ДВС. Спеціалізовані шнеки з малим діаметром часто використовуються для заповнення зерном сівалок. Подібні пристрої зазвичай називають "олівцевими шнеками", незважаючи на їхнє призначення.

Основними перевагами гвинтових конвеєрів є:

- простота конструкції та легкість технічного обслуговування;
- компактність, якщо зрівнювати з іншими транспортними пристроями (наприклад, стрічковими та пластинчастими конвеєрами) з аналогічною продуктивністю;
- герметичність, що дозволяє транспортувати гарячі, пилоподібні або токсичні матеріали;
- можливість зручного проміжного розвантаження.

Серед недоліків гвинтових конвеєрів варто відзначити:

- значне стирання та подрібнення матеріалів;
- високу енергозатратність;
- швидке зношування жолоба та гвинта.

Шнековий(гвинтовий) конвеєр зображено на рис.1.1.

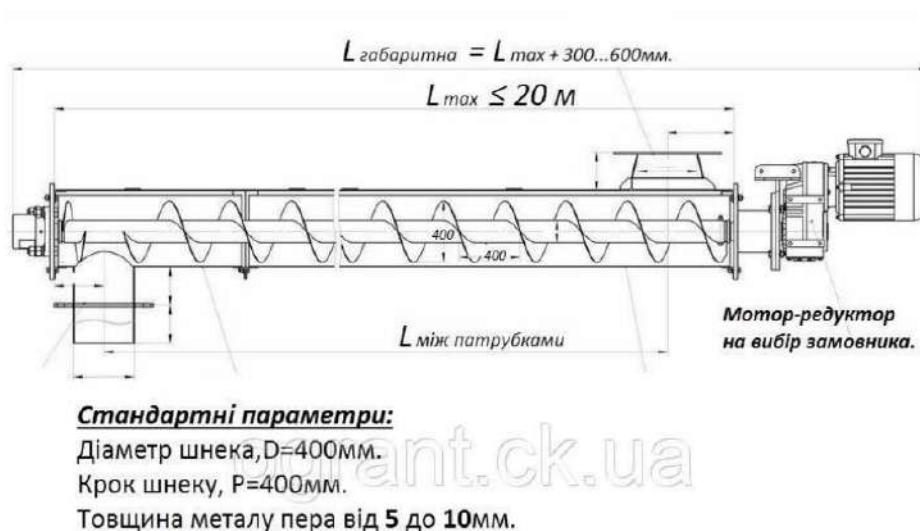


Рисунок 1.1 – Шнековий(гвинтовий) конвеєр

Роликовий конвеєр — це транспортувальний пристрій, у якому грузи (поодинокі чи в тарі) переміщуються за допомогою роликів, розташованих на досить короткій відстані друг від друга. Так як цей тип конвеєра не призначений для переміщення неупакованого зерна, детальний його розгляд не є доцільним.

Стрічковий конвеєр — це механічний пристрій для транспортування вантажів, що використовує рухоми стрічку як робочий елемент. Стрічка зазвичай

виготовляється з різних матеріалів, таких як гума, тканина або метал, і переміщається по роликах або барабанах. Такий конвеєр широко використовується в різних галузях, зокрема в промисловості, гірничій справі, на складах і в торгових точках для переміщення матеріалів, продуктів чи товарів на короткі або середні відстані.

Компоненти стрічкового конвеєра включають: конвеєрну стрічку, привод, раму з роликівими опорами, а також навантажувальний і натягуючий пристрій. А також, на стрічкових конвеєрах встановлюються стрічкові вловлювачі, очисно-завантажувальні механізми та інші допоміжні елементи.

Привод стрічкового конвеєра включає електродвигун, редуктор, з'єднувальні муфти, гальмо та приводний барабан (або кілька барабанів). Існують різні схеми приводів залежно від кількості та місця розташування барабанів. Рама конвеєра обладнана жорсткими або шарнірно-підвісними роликівими опорами.

Завантажувальний пристрій має форму приймаючої воронки з напрямними бортами для керування потоком матеріалу. Натяжний пристрій являє собою барабанну електролебідку.

У видобувній промисловості для транспортування крупних мінералів з кар'єрів на підйомах використовуються стрічкові конвеєри. Потужність електродвигунів привода — від 1200 до 3000 кВт, їх продуктивність може досягати 6000 т/год, ширина конвеєра становить 1600–2000 мм. Загалом продуктивність таких конвеєрів може досягати 30 тис. т/год, довжина одного конвеєра варіюється від кількох метрів до 10–15 км, а максимальний кут нахилу зазвичай не перевищує 16–18°.

Скребковий конвеєр — це механізм для транспортування матеріалів, що складається з рухомої стрічки або ланцюга, на якій кріпляться скребки або лопатки. Ці елементи рухаються по каналу і переміщують сипкі матеріали, руду, вугілля, шлак, сировину та інші вантажі на невеликі відстані або під певним кутом. Скребкові конвеєри використовуються в промисловості, в тому числі на шахтах, в металургійних виробництвах і на сортувальних лініях для ефективного транспортування матеріалів.

Пересування ланцюгів забезпечується потужним електричним мотор-редуктором.

Цей тип конвеєра може використовуватися в різних умовах експлуатації. Завдяки виготовленню зі зносостійких і довговічних матеріалів, скребковий конвеєр забезпечує стабільну та безперебійну роботу протягом тривалого періоду.

Вібраційний конвеєр — це тип транспортерного обладнання, який використовує вібраційні коливання для переміщення матеріалів. Він складається з робочої платформи або ланцюга, що здійснює вібраційні рухи, завдяки чому вантаж переміщується по поверхні. Вібраційні конвеєри часто застосовуються для транспортування сипких або дрібних матеріалів, таких як пісок, зерно, шлак або металеві деталі, у різних галузях, включаючи харчову, хімічну, фармацевтичну та гірничодобувну промисловість.

Пластинчатий конвеєр — це тип транспортерного обладнання, що складається з пластинчастої стрічки, яка використовується для транспортування вантажів. Цей тип конвеєра має серію з'єднаних між собою металевих або пластикових пластин, що рухаються по напрямних. Пластинчаті конвеєри здатні перевозити великі вантажі, такі як упаковки, деревина, металеві деталі, а також застосовуються для переміщення важких і великих матеріалів. Вони широко використовуються в промислових, будівельних і складських процесах, де потрібно транспортувати вантажі з великою вагою або нестандартними розмірами.

Ключові переваги пластинчатого конвеєра: можливість транспортувати абразивні гірничі матеріали по криволінійних траєкторіях з закругленнями малого радіусу; знижена кількість опор для переміщення і знижена енергоспоживаність порівняно зі скребковими конвеєрами; можливість установки додаткових приводів, які дають змогу збільшити довжину стрічки конвеєра.

Ключовими недоліками вважається висока металоємність, складна конструкцію пластинчатого полотна, складнощі при очищенні липкої та вологої гірничої породи, а також деформація пластин під час експлуатації, що в свою чергу може призводити до розсіпання дрібних фракцій.

Пластинчатий конвеєр зображено на рис. 1.2.

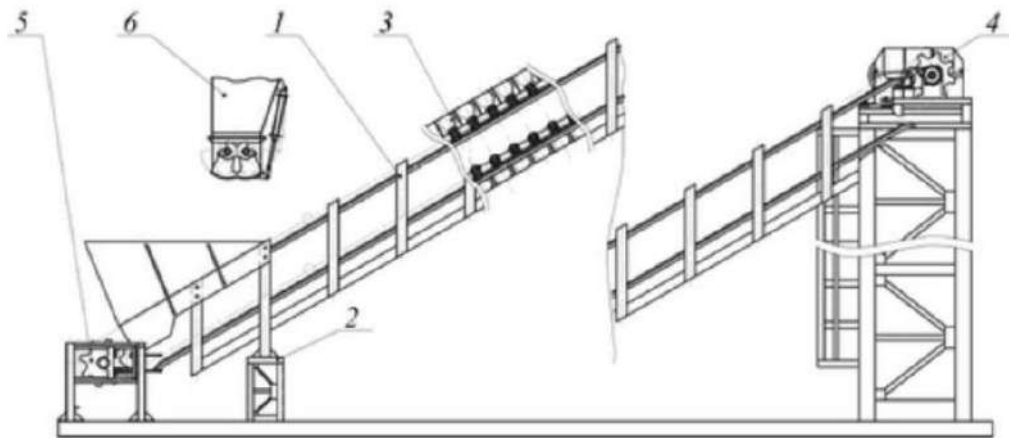


Рисунок 1.2 - Пластинчастий конвеєр: 1 — похила секція; 2 — додаткова опора; 3 — настил; 4 — привідна станція; 5 — натяжна станція; 6 — бункер.

Елеватор — являє собою машину для безупинного підйому сипучих вантажів у вертикальному або крутопохилому (понад 60°) напрямку до горизонту за допомогою ковшів, які закріплені через рівні проміжки на стрічці.

Використовують різні типи елеваторів: ковшові, поличні та люлькові. Конструкція елеватора включає в себе тяговий орган, що може бути представлений двома ланцюгами або стрічкою, до яких під'єднанні транспортні ємності. Безкінечний тяговий орган обвиває закріплені на металевій конструкції приводні та натяжні елементи, такі як зірочки або барабани.

Грузи завантажуються в ємності елеватора через нижню частину — черевик, куди вони потрапляють через похилий лоток. Розвантаження відбувається під час проходження ковшів через верхні зірочки або барабани, коли вантаж подається до розвантажувального патрубку і далі переміщується в бункер або інші транспортні засоби.

Поза тим є обезводнюючі елеватори, в яких під час підйому зволожених вантажів, в ковшах видаляється вода через спеціальні отвори.

Ковшові елеватори використовуються для підйому вантажів вертикально або підйому під великим нахилом (понад 60°) сипучих вантажів, таких як пилоподібні,

зернисті та шматкові матеріали. Поличні та люлькові елеватори використовуються для підйому вантажів вертикально (наприклад, деталей, ящиків) з проміжним завантаженням і розвантаженням. Ковшові елеватори застосовуються на підприємствах різноманітних галузей промисловості, на складах, базах та в магазинах, тоді як поличні й люлькові часто використовуються як рухомі стелажі для зберігання виробів.

Вертикальний стрічковий ковшовий елеватор зображено на рис. 1.3.

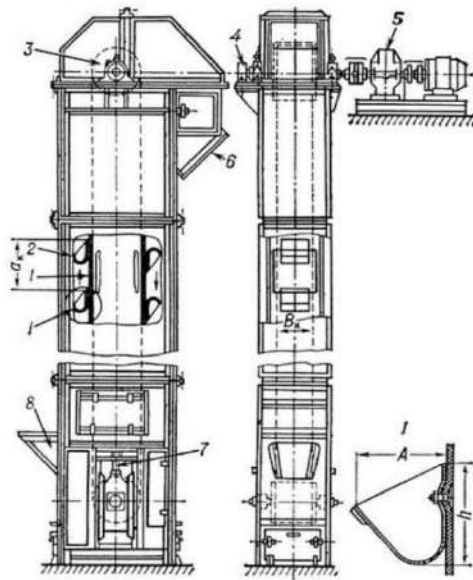


Рисунок 1.3 - Вертикальний стрічковий ковшовий елеватор: 1 — тяговий орган; 2 — ківш; 3 — приводний барабан; 4 — гальма; 5 — привод; 6 — розвантажувальний патрубок; 7 — шпindel натягача; 8 — завантажувальний патрубок.

Поличний елеватор (рис. 1.4, а) — це механізм для транспортування сипких або великих вантажів, що використовує ланцюги з прикріпленими до них полицями-захопленнями. Ці полиці піднімають матеріал по вертикальній осі, проходячи через різні зірочки (тягові і натяжні), які забезпечують рух ланцюга. Завантаження відбувається на нижній частині елеватора, а розвантаження — в верхній, при чому вантаж вивантажується шляхом перекидання полиць. Поличні елеватори часто використовуються для переміщення зерна, кормів та інших подібних вантажів.

Люльковий елеватор (рис. 1.4, б) — це тип механізму для транспортування матеріалів, який використовує рухомі люльки або кошики, що піднімаються по вертикальному каналу. Люльки закріплені на ланцюгу або сталевому тросі і переміщуються за допомогою тягових зірочок або барабанів. Такий елеватор призначений для транспортування сипких матеріалів, таких як вугілля, зерно, цемент тощо, а також великих вантажів, які можна помістити в люльки.

Завантаження матеріалів у люльки здійснюється вручну або автоматично, а розвантаження — через верхній або нижній розвантажувальний патрубок. Люлькові елеватори часто використовуються в шахтах, на елеваторах і в інших галузях для вертикального транспортування важких або сипучих вантажів.

Вертикальні двохланцюгові елеватори зображено на рис. 1.4.

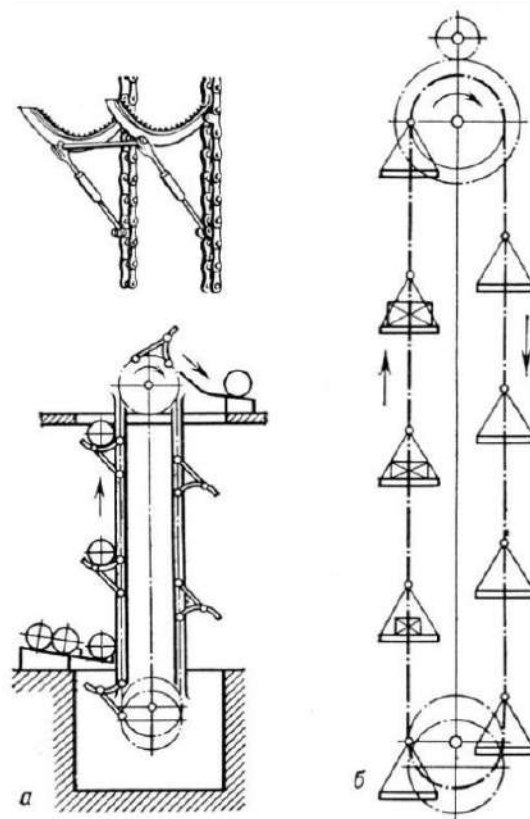


Рисунок 1.4 - Схеми вертикальних двохланцюгових елеваторів для штучних вантажів: а — поличного; б — люльчого.

Пневматичний навантажувач (пневматичний транспортер, пневматичний конвеєр) — один з найуніверсальніших типів обладнання, який використовує стиснуте повітря для переміщення матеріалів, таких як зерно, сипучі матеріали, або інші продукти, через труби чи канали в системах транспортування. Він працює на

основі пневматичного транспорту, де стиснене повітря допомагає переміщувати матеріали на значні відстані. Цей тип навантажувача часто використовується в сільському господарстві, промисловості та в різних логістичних процесах для зручності й ефективності перевезення вантажів у складних умовах.

Пневматичні навантажувачі здобули широке поширення в різних галузях світової економіки. Оцінюючи економічні показники та виробничий потенціал різноманітних механізмів транспортування продукції, підприємці з кожним разом частіше обирають пневматичні навантажувачі для оптимізації роботи сільськогосподарських і вантажоперевантажувальних підприємств.

За принципом формування спрямованого повітряного потоку розрізняють два типи таких виробів:

Всмоктувально-нагнітальні пневматичні навантажувачі — це тип пневматичних навантажувачів, які працюють за принципом створення різниці тиску для переміщення матеріалу. Вони оснащені двома основними елементами: всмоктувальним і нагнітальним трубопроводами.

- **Всмоктувальний процес:** матеріал всмоктується через трубу або шланг, де створюється негативний тиск, який дозволяє «вбирати» матеріал із завантажувальної зони.

- **Нагнітальний процес:** після того як матеріал потрапляє в систему, повітря подається під високим тиском, що переносить його в задану точку розвантаження.

Цей тип навантажувачів часто використовують для переміщення сипучих або зернистих матеріалів, таких як зерно, вугілля, борошно, цемент. Вони ефективні для транспортування на великі відстані та в умовах обмеженого простору.

Нагнітальні пневматичні навантажувачі — це тип пневматичних навантажувачів, у яких матеріал переміщується за допомогою повітря, що подається під високим тиском. Вони працюють за принципом створення надлишкового тиску, який нагнітає повітря у трубопровід або шланг, через який матеріал переміщується з одного місця на інше.

У таких системах матеріал подається в потік повітря, що рухається по трубопроводах до місця розвантаження. Нагнітальні пневматичні навантажувачі використовуються для транспортування сипких матеріалів на відносно короткі відстані, часто для завантаження та розвантаження контейнерів, силосів або інших ємностей. Вони добре підходять для обробки легких або дрібних матеріалів, таких як порошки, зерно або дрібний пісок.

Пневмонавантажувачі поділяються на дві групи за методом встановлення:

- Пересувні пневмонавантажувачі — ці пристрої можуть змінювати своє місце розташування залежно від потреби, що дає змогу використовувати їх на різних ділянках або для різних завдань. Вони оснащені колесами або іншими засобами переміщення.

- Стаціонарні пневмонавантажувачі — ці навантажувачі встановлюються на певному місці і використовуються для транспортування матеріалів в межах конкретної ділянки або виробничого процесу. Вони є більш стабільними і надійними для виконання тривалих операцій на одній локації.

Пневмонавантажувач зерна — це спеціалізований агрегат, розроблений для завантаження зернових культур. Його конструкція включає інженерні рішення, спрямовані на оптимізацію всіх етапів перевалки:

Пневмонавантажувач зерна включає інженерні рішення, спрямовані на оптимізацію всіх етапів перевалки, таких як:

- Завантаження — ефективне введення зерна в систему за допомогою спеціальних завантажувальних трубопроводів або шлангів, що забезпечують мінімальні втрати та пошкодження матеріалу.

- Транспортування — організація подачі зерна за допомогою повітряного потоку, що дозволяє здійснювати його переміщення на великі відстані з високою продуктивністю.

- Розвантаження — забезпечення точного та швидкого вивантаження зерна в потрібні ємності, такі як силоси або транспортувальні засоби, з можливістю автоматичного контролю процесу.

- Контроль за процесами — використання автоматизованих систем для моніторингу і регулювання параметрів, таких як швидкість транспортування, тиск повітря та кількість матеріалу, що подається.
- Енергозбереження — оптимізація енергоспоживання шляхом використання ефективних компресорів, насосів і вентиляторів для забезпечення мінімальних витрат енергії при високій продуктивності.

Ці рішення сприяють зниженню витрат, підвищенню ефективності та безпеки при роботі з зерном.

1.2 Огляд пристроїв автоматики в транспортерах зерна

Автоматика в пристроях транспортування зерна використовується для забезпечення ефективного та безпечного транспортування матеріалу, а також для автоматизації всіх процесів, пов'язаних з управлінням і моніторингом роботи транспортерів. Вона включає в себе різноманітні пристрої та системи, що забезпечують контроль, регулювання та управління параметрами роботи транспортерів зерна.

У зернопереробній галузі, зокрема на елеваторах, застосовуються давачі, такі ж як і на конвеєрах. Ці пристрої контролюють швидкість стрічки транспортера та можуть сигналізувати про аварійні ситуації, такі як обрив стрічки або перевантаження транспортувального обладнання. Також, на конвеєрах монтуються аварійна кнопка «Стоп», обриву ланцюга, давачі обертів, підпору. У норіях встановлюється давач сходу стрічки замість давача обриву. Додатково можуть бути встановлені кінцевики для відкривання кришок.

Давачом швидкості зазвичай є стандартний індуктивний давач, розташований на натяжній станції, для того щоб контролювати відсутність обриву ланцюга та/або якщо конвеєр керується частотним перетворювачем спостерігати за швидкістю обертання.

Датчик обриву ланцюга встановлюється як додатковий елемент для підвищення рівня безпеки у разі неспрацювання давача швидкості. Зазвичай він має

механічну частину, яка за допомогою лопатки взаємодіє з ємнісним або індуктивним давачем.

За типом давача обриву може бути виконаний і давач підпору, з використанням ємнісного або індуктивного давача, або у вигляді мембранного давача. Найпоширенішим мембранним є СУМ-1, який зображено на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Мембранний давач СУМ-1

За своєю суттю СУМ є стандартною кнопкою, що має мембранне покриття. Зерно під впливом своєї маси давить на мембрану, що, в свою чергу, розмикає або замикає контакти (згідно з технічними вимогами).

Давач сходу стрічки — це пристрій, який використовується для виявлення зміщення або зсуву стрічки з робочої траєкторії. Зазвичай він працює на основі індуктивного або ємнісного принципу, реагуючи на зміну її положення відносно встановлених датчиків або наближення стрічки до корпусу. Такий датчик забезпечує своєчасне сповіщення про відхилення стрічки, що дозволяє запобігти її пошкодженню або зупинці роботи обладнання.

У якості приладів, що вимірюють температуру використовуються перетворювачі температури, наприклад вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2, який зображений на рис. 1.6.



Рисунок 1.6 – Вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2

Застосовується для індикації та контролю вимірної температури в зоні установки. SITRANS TF2 — це температурний вимірювальний пристрій, який має кілька важливих особливостей:

- Два варіанти конструкції: осьовий та радіальний, що дає можливість вибору найбільш підходящої версії в залежності від умов експлуатації та вимог до точності вимірювань.
- Висока точність: прилад забезпечує точне вимірювання температури, що робить його ідеальним для промислових застосувань.
- Широкий діапазон температур: SITRANS TF2 може використовуватись для вимірювання температури в широкому діапазоні (від -50 до $+200$ ° C), що дозволяє застосовувати його в різних галузях, від харчової до хімічної промисловості.

- Легкість монтажу: завдяки різним варіантам конструкції, прилад можна легко встановити в різних умовах, забезпечуючи зручність і швидкість монтажу.

- Надійність: розроблений для роботи в складних виробничих середовищах, він відзначається високою стійкістю до механічних та температурних впливів.

- Модульність: прилад має можливість адаптації під специфічні вимоги користувачів, що дозволяє використовувати його в різних системах автоматизації.

Ці особливості роблять SITRANS TF2 ефективним інструментом для точного та надійного вимірювання температури в промислових процесах.

Живлення зовнішнього температурного датчика здійснюється від джерела постійного струму, що призводить до утворення падіння напруги, пропорційного температурі. Це падіння напруги перетворюється на цифровий сигнал за допомогою аналогово-цифрового перетворювача (A/D). У мікроконтролері цей сигнал лінеаризується та обробляється згідно з даними, збереженими в EEPROM. Після обробки значення відображаються на дисплеї. Додатково, через цифро-аналоговий перетворювач (D/A) та перетворювач напруги/струму (U/I), ці значення трансформуються в лінійний струмовий сигнал IA (4 ... 20 mA).

Для контролю діапазону вимірювання та стану на дисплеї розташовані два світлодіоди (СІД): зелений СІД вказує на те, що виміряна температура знаходиться в межах встановлених граничних значень. Червоний СІД активується, коли температура виходить за межі встановлених значень або виникає помилка.

Для визначення рівня в системі автоматизації застосовуються рівнемірні пристрої, наприклад Vegapuls SR 68, який зображений на рис 1.7.



Рисунок 1.7 – Рівнемір VEGAPULS SR 68

Рівнемір VEGAPULS SR 68 — це безконтактний пристрій для вимірювання рівня, який використовує радіочастотні хвилі (мікрохвильовий принцип). Він призначений для визначення рівня матеріалів у різних резервуарах та ємностях.

Особливості VEGAPULS SR 68:

- Безконтактне вимірювання — не має контакту з вимірюваним матеріалом, що дозволяє уникнути зносу та забруднень.
- Висока точність — забезпечує точні показання рівня навіть при складних умовах, таких як пари або пил.
- Широкий діапазон застосувань — підходить для вимірювання рівня в рідких, пастоподібних та сипучих матеріалах.
- Стійкість до агресивних середовищ — завдяки надійній конструкції може використовуватися в різноманітних промислових умовах.
- Простота в налаштуванні та експлуатації — інтуїтивно зрозуміле налаштування і можливість інтеграції в автоматизовані системи.

Цей рівнемір ідеально підходить для використання в хімічній, харчовій, фармацевтичній та інших галузях промисловості.

Для вимірювання вологості у системі автоматизації використовуються вологоміри, наприклад Stego CSS 014, який зображений на рис 1.8.



Рисунок 1.8 – Датчик вологості Stego CSS 014

Stego CSS 014 — це пристрій для контролю температури, призначений для застосування в електричних та електронних шафах або коробках. Він використовує вентилятори для регулювання температури всередині обладнання, забезпечуючи оптимальні умови для роботи електронних компонентів.

Основні характеристики Stego CSS 014

- Регулювання температури — автоматично підтримує встановлену температуру всередині шафи або коробки, що важливо для забезпечення безперебійної роботи чутливих електронних пристроїв.
- Низький рівень шуму — обладнаний тихими вентиляторами, що забезпечують мінімальний рівень шуму під час роботи.
- Міцний корпус — має стійку конструкцію, що дозволяє використовувати пристрій в різних виробничих та технічних умовах.
- Енергоефективність — оптимізована система вентиляції, що дозволяє ефективно управляти енергоспоживанням при мінімальних витратах енергії.

- Широкий діапазон застосування — підходить для використання в промислових шафах, серверах, електронних платах, де важливо підтримувати певний температурний режим для нормальної роботи обладнання.

Stego CSS 014 є надійним рішенням для контролю температури та підтримки стабільного мікроклімату в різноманітних сушильних, коптильних і холодильних камерах, овоче- і зерносховищах, включаючи неопалювані приміщення з важкими температурними умовами.

1.3 Аналіз обладнання для візуалізації стану процесів

Пристрої для візуалізації стану процесів можуть мати різноманітне виконання, в різних варіантах. Для простих завдань їх може й не бути. Найпростішим пристроєм відображення може виступати лампочка, яка індикує про відсутність або наявність напруги. У складніших системах доцільно використовувати РК-дисплеї, які можуть бути виносними або вмонтованими в контролер. У ще більш складних системах застосовують SCADA.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) — це система автоматизованого управління, призначена для моніторингу та управління промисловими процесами в режимі реального часу. Ця система дозволяє здійснювати збирання, обробку та візуалізацію даних з різних датчиків і пристроїв, а також віддалено контролювати і регулювати параметри обладнання.

Основні функції SCADA:

- Моніторинг — система постійно відстежує стан технологічних процесів, збираючи дані з полів вимірювання (датчики, лічильники, тощо).
- Управління — дозволяє операторам дистанційно управляти обладнанням, регулювати параметри процесів і виконувати команди.
- Аналіз даних — SCADA система аналізує зібрані дані, що дозволяє виявляти аномалії, прогнозувати проблеми і покращувати ефективність процесів.
- Автоматизація — автоматичне виконання операцій за заданими алгоритмами без втручання людини.

- Візуалізація — надає оператору зручний інтерфейс для відображення інформації про процеси, часто у вигляді графіків, діаграм, таблиць або схем.

SCADA широко застосовується в різних галузях, таких як енергетика, водопостачання, нафтова та газова промисловість, а також у транспортних і виробничих системах для забезпечення ефективного управління та моніторингу. SCADA може бути частиною системи екологічного моніторингу, АСУ ТП, автоматизації будівель, АСКОЕ, наукових досліджень, тощо.

Поняття "SCADA" має два основні значення. Найбільш поширене тлумачення — це програмний пакет, призначений для розробки або забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення та архівування інформації про об'єкт моніторингу або управління. Однак іноді під SCADA-системою розуміють програмно-апаратний комплекс, що більше притаманно для телеметрії.

2. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ПРОЄКТУ

2.1 Обґрунтування методу транспортування зерна в проєкті

З числа всіх згаданих методів транспортування зерна я вибрав пневматичне транспортування, оскільки воно забезпечує більшу гнучкість системи та здатне витягувати зерно з важкодоступних зон, що задовольняє вимогам поставленої задачі. Пневмотранспортування дає змогу розробити максимально автоматизовану мобільну установку для перевантаження зерна. Крім того, схожі передвижні установки вже існують, але оснащені дизельними двигунами та без автоматизованої системи завантаження.

Приклад подібної установки зображений на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Пневматичний навантажувач зерна BGSD 130

Принцип роботи пневматичного навантажувача зерна необхідної архітектури схематично показано на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 - Принцип роботи всмоктуючо-нагнітального пневмотранспортера

Приймним пристроєм пневматичного навантажувача являється сопло. За рахунок тиску, який створює вентилятор, у всмоктуючий циклон надходить зерно, де, повітря піднімається вгору до вентилятора, а за допомогою дії сили тяжіння, зерно потрапляє вниз до дозатора. Основне завдання дозатору — уникнути засипання трубопроводу, тому він має працювати з меншою швидкістю, ніж вентилятор. Після дозатора зерно за рахунок сили, що генерується вентилятором, спрямовується до циклона-заспокоювача. Його роль полягає в тому, щоб не допускати розлітання зерна в різні боки, щоб воно рівномірно сипалося вниз. На мій погляд, витратомір варто встановлювати після циклона-заспокоювача.

2.2 Вибір двигуна

Дослідивши різні пневматичні транспортери, я дійшов до висновку, що співвідношення між продуктивністю (т/год) та потужністю двигуна варіюється в діапазоні від 1:1 до 1,5:1. В результаті, для завантаження однієї вантажівки за 30 хвилин необхідний двигун потужністю близько 30 кВт. Всупереч тому, що існують двигуни на 27 та 28 кВт, я вважаю, що варто обрати більш поширену модель, яку буде легше замінити. Досить популярною компанією-виробником електродвигунів є Asea Brown Boveri (ABB). Тому для забезпечення надійності було прийняте рішення поставити двигун потужністю 30 кВт від АВВ. Для поставленої задачі необхідно, щоб двигун мав високу обертальну швидкість. Після порівняння різних моделей, я вирішив використати електродвигун АВВ моделі 3GBP201410-BDK, який зображено на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 - Електродвигун АВВ 3GBP201410-BDK

Параметри електродвигуна ABB 3GBP201410-BDK наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Параметри електродвигуна ABB 3GBP201410-BDK

З'єднання	Частота Hz	Напруга V	Потужність kW	Швидкість r/min	Сила струму A.	Cos μ	Крутний момент Nm
Y	50	690	30	2962	30,7	0,87	97,76
D	50	400	30	2962	53,2	0,87	96,76
Y	50	660	30	2956	32	0,88	96,95
D	50	380	30	2956	55,5	0,88	96,95
D	50	415	30	2965	51,8	0,86	96,66
D	60	460	30	3567	46,1	0,87	80,32

2.3 Вибір логічного контролера

З метою керування процесом вантаження зерна було обрано логічний контролер Siemens LOGO! (рис. 2.4), оскільки він є популярним, надійним, легким у використанні та простим в програмуванні. Крім того, цей контролер оснащений вбудованим екраном.



Рисунок 2.4 - Образ контролера Siemens LOGO!

В товарній групі Siemens LOGO! є рішення для будь-яких потреб: з дисплеєм та без, з вбудованим веб-сервером, який не потребує знань HTML та підтримкою Ethernet для обміну даними.

Головні достоїнства логічного контролера Siemens LOGO!:

- Все в одному: вбудовані канали вводу/виводу, Ethernet інтерфейс і веб-сервер інтегрований дисплей і клавіатура, бібліотеки вбудованих функцій.
- Висока універсальність: модульна конструкція та програмне забезпечення для реалізації алгоритмів управління.
- Широкий вибір розширювальних модулів: гнучкість у налаштуванні під специфічні завдання.
- Широкий спектр застосування: підходить для промислових процесів і автоматизації будівель.
- Ідеальний для різних умов: наявність варіантів для роботи як в стандартних, так і в складних промислових умовах.

LOGO! 12/24RCE	LOGO! 24CE	LOGO! 24RCE	LOGO! 230RCE
			
LOGO! 12/24RCEo	LOGO! 24CEo	LOGO! 24RCEo	LOGO! 230RCEo
			
Питание: =12 В или =24 В 8x DI =12 В или =24 В До 4x AI 0 ... 10 В До 4 импульсных входов 5 кГц 4x DO, реле, до 10 А на контакт	Питание: =24 В 8x DI =24 В До 4x AI 0 ... 10 В До 4 импульсных входов 5 кГц 4x DO, транзисторы, =24 В/0.3 А	Питание: =24 В 8x DI =24 В - До 4 импульсных входов 5 кГц 4x DO, реле, до 10 А на контакт	Питание: =115 ... 240 В 8x DI =115 ... 240 В - До 4 импульсных входов 5 кГц 4x DO, реле, до 10 А на контакт

Рисунок 2.5 – Логічні контролери Siemens LOGO та їх основні параметри

Взяв до уваги визначені завдання, оптимальним вибором є логічний контролер Siemens LOGO! 24CE. Більш детальну інформацію про нього можна знайти на рис. 2.6 та 2.7.



Рисунок 2.6 - Розташування клем та слотів на контролері Siemens LOGO!

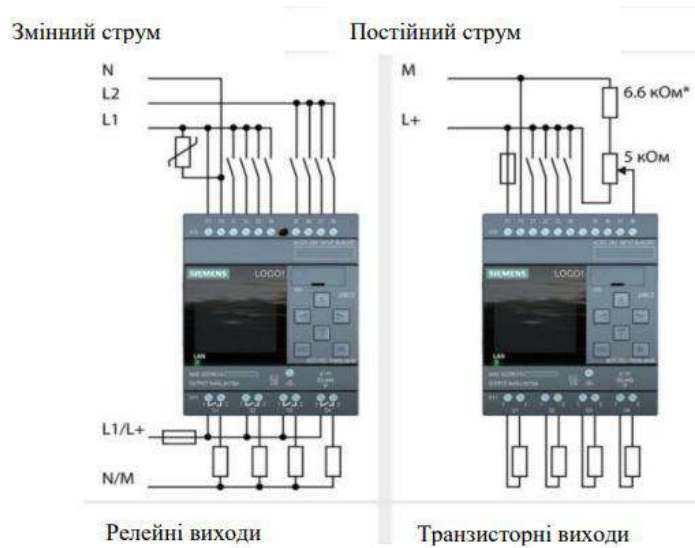


Рисунок 2.7 - Підключення входів і виходів на контролері Siemens LOGO!

Основні характеристики Siemens LOGO 24CE зображені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Характеристики Siemens LOGO 24CE:

Кількість дискретних входів:	8
Кількість аналогових входів:	4
Кількість імпульсних входів:	4
Кількість виходів:	4
Діапазон робочих температур:	-20...+50°C
Відносна вологість:	10...95%
Атмосферний тиск:	1080...795 гПа
Ступінь захисту:	IP20

2.4 Вибір засобів автоматики

В інтересах досягнення нормального розгону електродвигуна з такою потужністю, необхідно встановити пристрій плавного пуску, який заодно виконуватиме функцію пускача. Для описаного раніше двигуна ідеально підходить пристрій плавного пуску Siemens Sirius 3RW4425-1BC44, зображений на рис. 2.8.



Рисунок 2.8 - Пристрій плавного пуску Siemens Sirius 3RW4425-1BC44

З метою створення схеми необхідно мати розпіновку пристрою плавного пуску Siemens Sirius 3RW4425-1BC44, зображену на (рис. 2.9.), щоб знати куди підключаються різні елементи. Як показано на схемі, Siemens Sirius 3RW4425-1BC44 має функції захисту за температурою через термістор, та від перевантажень.

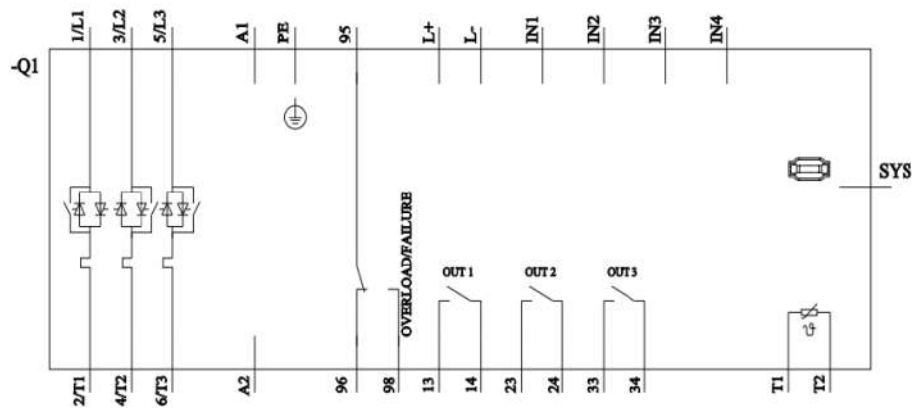


Рисунок 2.9 - Розпіновка плавного пуску Siemens Sirius 3RW4425-1BC44

Струм експлуатації при температурі 40°C для цього пристрою плавного пуску складає 57 А, що, ідеально відповідає характеристикам вибраного електродвигуна, як показано в таблиці 2.1. Для запуску двигуна необхідно подати фазу на вхід А1, як видно з схеми підключення пристрою плавного пуску. Для запуску потрібна напруга 220 В змінного струму, однак вихід контролера має напругу 24 В постійного струму. Для вирішення цієї проблеми маємо використати реле, яке має 24 В DC на вході та 220 В AC на виході. Для цього я вибрав проміжне реле PLC-RSC-24DC/21 2966171 виробництва Phoenix Contact, яке показано на рис. 2.10.



Рисунок 2.10 - Проміжне реле PLC-RSC- 24DC / 21 2966171 Phoenix Contact

У цьому проекті також необхідно встановити кнопки. Кнопки використаємо двох типів: зелені (зображені на рис. 2.11) та червоні (зображені на рис. 2.12).



Рисунок 2.11 - Зелена кнопка 16K-P11D



Рисунок 2.12 - Червона кнопка 16К-Р11D

Використаємо спеціальну кнопку грибкового типу, що має два контакти: один постійно замкнутий і один постійно розімкнутий в якості аварійної кнопки стоп . Для цієї мети підходить стопова кнопка Schneider XB4BS8442, зображена на рис. 2.13.



Рисунок 2.13 - Стопова кнопка Schneider XB4BS8442

Про можливий обрив ланцюга сигналізуватиме встановлений на дозаторі давач обертів, що активується ланцюговим механізмом. Для цього можна

використовувати стандартний індуктивний датчик, аналогічний тому, що застосовується на конвеєрах або норіях.



Рисунок 2.14 - Індуктивний датчик M18

Тепер необхідно перейти до вибору витратоміра. В цілому, для даної задачі можна використати будь-який вимірник масового потоку сипучих матеріалів з вихідним струмом 4-20 мА. Проте я вирішив вибрати витратомір Rembe C-LEVER, зображений на рис. 2.15.



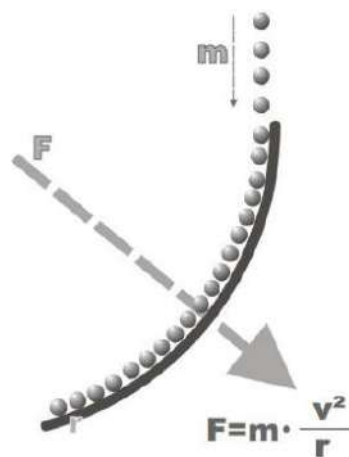
Рисунок 2.15 - Витратоміри Rembe C-LEVER

Метод функціонування витратоміра C-LEVER на основі закону відцентрової сили полягає в тому, що витратомір вимірює зміну сили, яка виникає в результаті обертання елемента при потоці рідини або газу. Коли потік проходить через пристрій, він викликає обертання або вібрацію спеціального механізму, що має елементи, що можуть бути піддані відцентровій силі.

Відцентрова сила виникає в обертовому об'єкті, і її величина пропорційна швидкості обертання та масі рідини чи газу, що протікає через цей механізм. Зміна цієї сили пропорційна швидкості потоку або витраті, що дозволяє точно визначити параметри потоку.

У випадку C-LEVER, сенсори вимірюють відцентрову силу, що виникає під впливом потоку, та передають сигнал на електроніку для подальшої обробки та відображення витрати або рівня потоку в реальному часі. Цей метод є ефективним і точним, оскільки дозволяє безконтактно та безперервно вимірювати витрату при зміні умов потоку.

Рисунок 2.16 - Принцип роботи витратоміра в потоці



Типи витратомірів Rembe C-LEVER наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Типи витратомірів Rembe C-LEVER

Тип	Мінімальне навантаження	Максимальне навантаження	Вимірювальна одиниця	Маса кг.
CL 12	50 кг/год	12 м ³ /год	5 до 15 кг	20
CL 24	300 кг/год	24 м ³ /год	10 до 20 кг	30
CL 50	500 кг/год	50 м ³ /год	2x10 до 30 кг	50
CL 400	5000 кг/год	400 м ³ /год	2x20 до 100 кг	80
CL 600	8000 кг/год	600 м ³ /год	2x20 до 100 кг	120

Дізнавшись через пошуковий сервіс я з'ясував, що напівпричеп вантажівки має об'єм 82 м³. Таким чином, аби завантажувати як мінімум два напівпричепи за годину, підходить витратомір CL 400, потужність якого дозволяє завантажити близько 5 напівпричепів за 1 годину.

Так як логічному контролеру необхідне живлення 24 В, необхідно також використовувати блок живлення. Найкращим варіантом буде блок живлення LOGO!Power, рекомендований виробником за замовчуванням, зображений на рис. 2.17.



Рисунок 2.17 - Блоки живлення LOGO!Power

Широке застосування набули два типи блоків живлення на 24 В: 6EP1 332-1SH43 24 В/2.5 А та 6EP1 332-1SH52 24 В/4 А. Я вибрав блок на 4 А, оскільки в логічному контролері будуть використані всі входи і 3/4 виходів.

3. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВННЯ ПНЕВМОТРАНСПОРТЕРОМ

3.1 Створення системи збору необхідної інформації

У розробці будуть використовуватися давач швидкості, кнопки для збору інформації, та витратомір. Створений витратоміром аналоговий сигнал 4-20 мА, що передається на аналоговий вхід логічного контролера та НМІ (Human-Machine Interface). Давач швидкості потрібний для визначення, чи працює двигун, а також для виявлення аварійних ситуацій, таких як спрацьовування автоматичного вимикача. Крім того, будуть встановлені кнопки для виконання наступних функцій:

- Пуск – для пуску вентилятора;
- Пауза – для перерви в роботі вентилятора;
- Скидання – для скидання до нуля лічильника;
- Збільшити – для збільшення уставки вимикання вентилятора;
- Зменшити – для зменшення уставки вимикання вентилятора;
- Ручне управління – для роботи без витратоміра;
- Аварійний стоп – для вимкнення у разі аварії.

Кнопка "Пуск" подає електроенергію на пускач електродвигуна вентилятора, а також запускає підсвітку екрану логічного контролера білим кольором.

Кнопка "Пауза" зупиняє подачу електроенергії на котушку пускача, але не скидає лічильник процесу завантаження. Поміж тим, після натискання цієї кнопки екран контролера залишається підсвіченим білим ще на десять секунд.

Функцію "Скидання" можна активувати тільки при зупиненій роботі і її завдання – скинути лічильник до нуля.

Кнопки "Збільшити" і "Зменшити" виконують функцію редагування уставки на 10 кг з кожним натисканням, а при тривалому натисканні уставка змінюється швидше, що зручніше для оператора, оскільки не потрібно постійно натискати. При натисканні цих кнопок екран контролера підсвічується білим на 10 секунд.

Функція «Ручне управління» активується кнопкою «Пауза»: при затисканні на 3 секунди вмикається "Manual mode", про що індикує лампочка-індикатор. Якщо натискати кнопку протягом шести секунд, ручний режим вимикнеться.

При активації функції «Аварійний стоп» на котушку пускача електродвигуна вентилятора подача електроенергії зупиняється, а на екрані логічного контролера з'являється сигнал аварії у вигляді окремого повідомлення на червоному фоні. Це повідомлення може бути скинуте активацією функції «Пауза», втім електродвигун не можна буде запустити, поки кнопка «Аварійний стоп» не буде відпущена.

Перед використанням витратоміра Rembe його необхідно налаштувати через НМІ, вказавши одиниці вимірювання, межі вимірювань та виконати тарування (визначення нульового положення).

3.2 Розробка програмного забезпечення для керування пневматичним транспортером

Написання коду для контролера Siemens LOGO! здійснюється за допомогою програмного середовища Siemens LOGO! Soft Comfort, яке показано на (рис. 3.1).

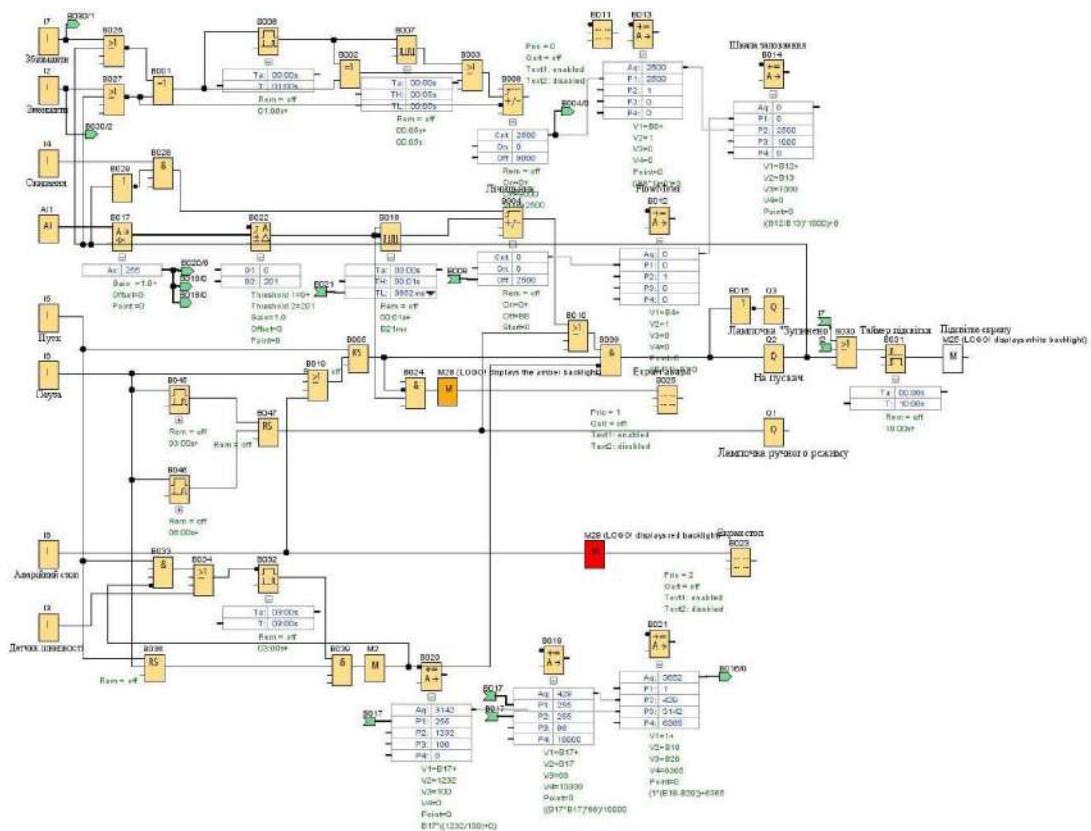


Рисунок 3.1 – Програма керування пневматичним транспортером

У цьому середовищі доступні три мови кодування на вибір: UDF, Ladder, та FBD. У рамках цього проекту я обрав мову FBD, оскільки вона є більш зручною як для програміста, користувача, а також зрозумілою для більшості людей. А зараз розберемо програму по деталях, починаючи з реалізації функцій пуску та паузи (рис. 3.2).

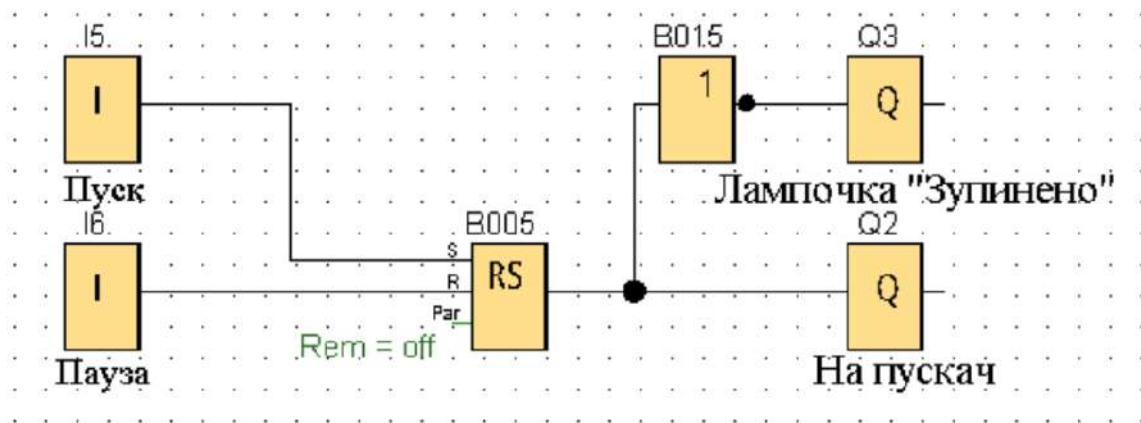


Рисунок 3.2 – Втілення функції пуск-пауза

Щоб реалізувати функцію «Пуск» і «Пауза» було додано два цифрових входи: I5 для «Пуск» і I6 для «Пауза». Оскільки кнопки зазвичай мають нормально відкриті контакти, у налаштуваннях входу зазначено «Momentary pushbutton (make)». Далі було підключено кнопки «Пуск» і «Пауза» через входи Set і Reset до блоку «Latching relay» B005 відповідно. Коли кнопка «Пуск» натискається або утримується, з'являється логічна 1, яка зберігається після відпускання кнопки на виході реле. Коли натискається кнопка «Пауза» або обидві кнопки одночасно, з'являється логічний 0, який також зберігається після відпускання на виході реле. Елемент «NOT» B015, який інвертує значення 0 на 1 і навпаки знаходиться перед індикатором «Зупинено» (Q3), потім сигнал передається на блок-контакт пускача Q2.

Для аварійної кнопки I8 було додано цифровий вхід. У налаштуваннях вибрав пункт «Switch», оскільки стопова кнопка може бути або затиснута, або відпущена, не змінюючи стану після використання (рис. 3.3). Перед блоком B015 додав блок «OR» B019. До Reset на B005, замість I6, підключив вихід із B019. I6

під'єднав до одного з входів B019, а до іншого — I8. Для створення аварійного екрану спочатку додав «Flag» M29, щоб екран підсвічувався червоним кольором. Вхід M29 з'єднав з I8. Додав блок «Message texts» B023. У налаштуваннях блоку, написав слово STOPPED, по центру екрану. (рис. 3.4). Відобразатиметься цей екран лише в тому випадку, коли на вхід блоку B023 подається логічна 1, тобто коли функція активна.

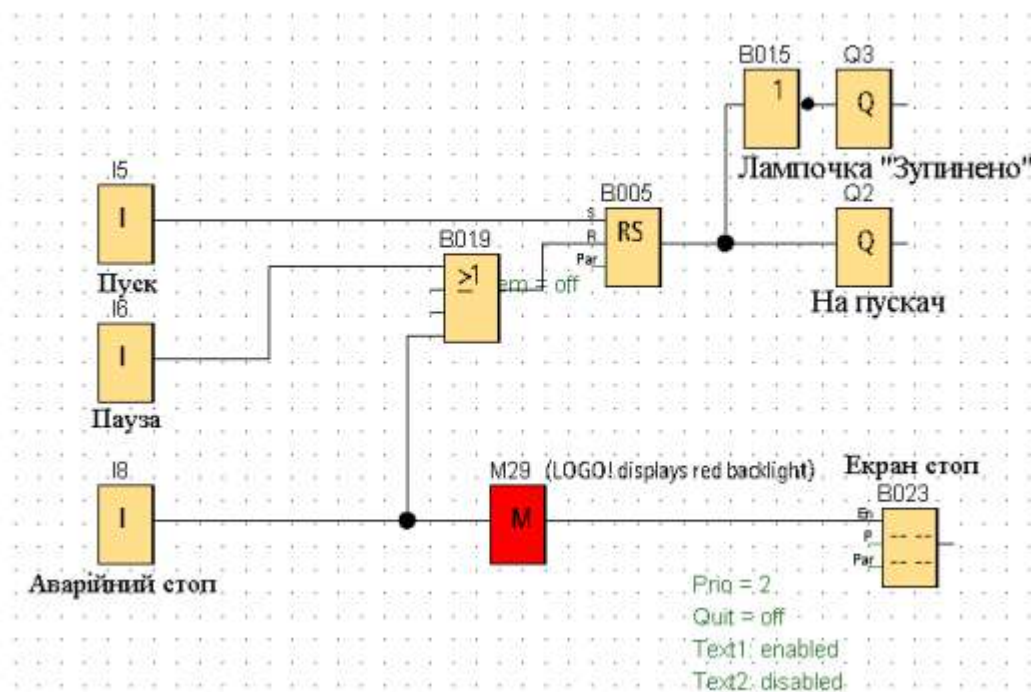


Рисунок 3.3 – Втілення функції аварійного стопу

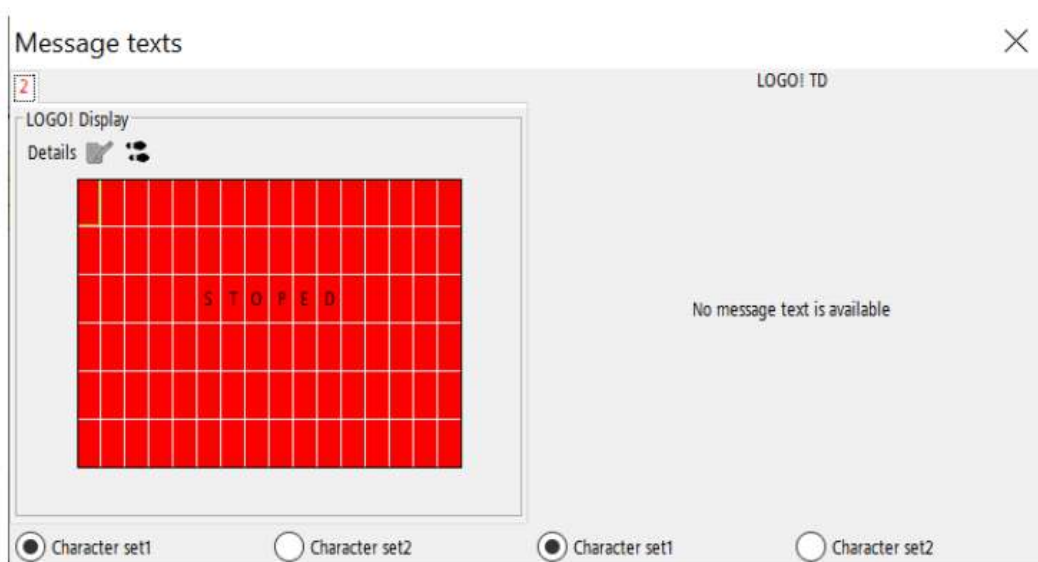


Рисунок 3.4 – Вигляд налаштувань стопового екрану B023

Насамперед було додано блок «Up/Down counter» B004 (рис. 3.5), який дозволить зупинити навантаження, коли буде досягнута встановлена маса. Далі я додав блок «AND» B009, щоб Q2 міг зупинятися лічильником. Тоді як на виході B009 за замовчуванням знаходиться логічна 1, Q2 буде працювати тільки тоді коли на обох входах B009 буде одиниця.

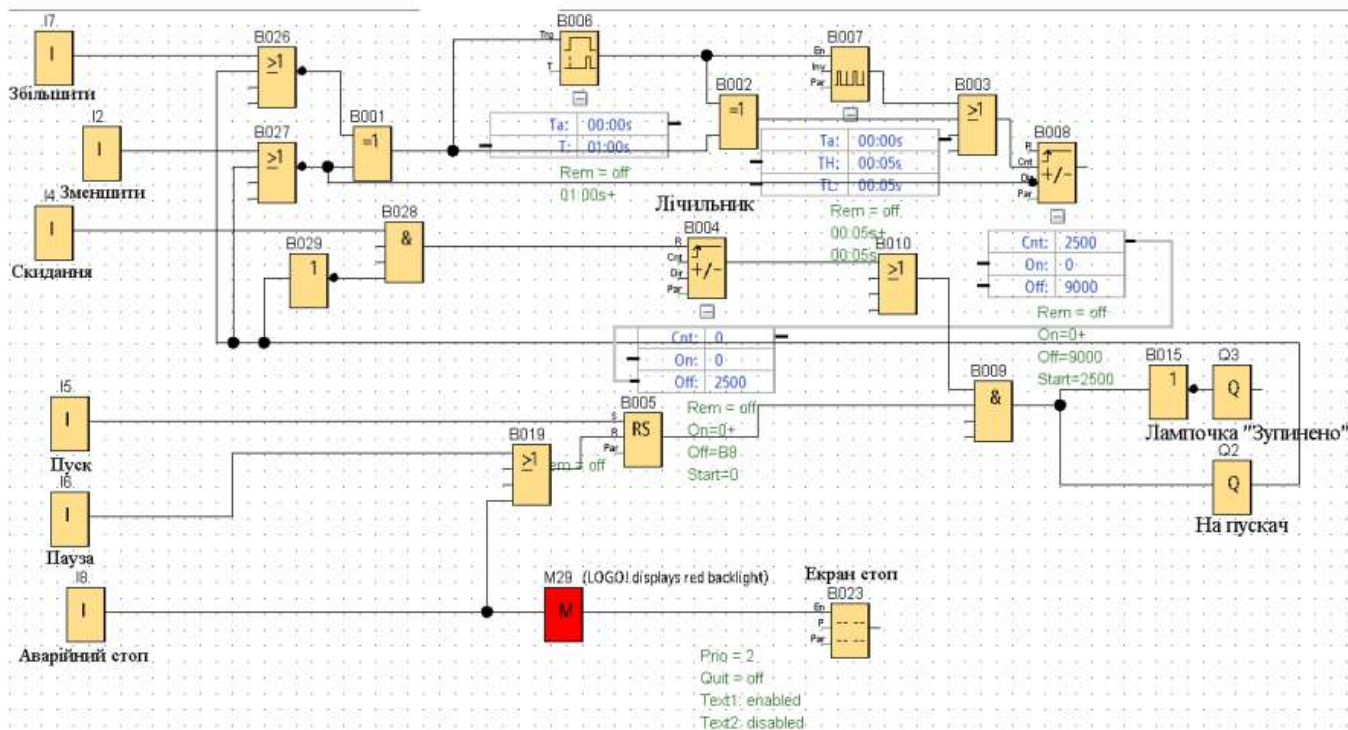


Рисунок 3.5 – Впровадження функції лічильника, кнопок скидання та збільшення уставки

Отже для кнопки «Збільшити» було додано два блоки «NOR», B026 і для кнопки «Зменшити» додано B027, також для кнопок «Збільшити» I7 і «Зменшити» I2 додано два входи. До входу B026 під'єднуються виходи I7 та Q2, а до входу B027 — виходи I2 та Q2. Мета цих блоків — під час виконання роботи уникнути випадковій зміні уставки.

Також було встановлено блок «XOR» B001 і під'єднав виходи B026 і B027 до входів B001. Таким чином, якщо між виходами B026 та B027 виникне різниця, на виході B001 з'явиться логічна 1, яка означатиме зміну уставки. Однак, щоб визначити напрямок зміни уставки, а також забезпечити можливість оперативно

коригувати уставку за допомогою тривалого натискання кнопок, потрібно додатково внести відповідні налаштування.

Для цього було додано такі блоки: «XOR» B002, «On-Delay» B006, «Up/Down counter» B008, «Asynchronous pulse generator» B007, та «OR» B003. Вихід B001 з'єднують з обома блоками B002 та B006. Підключають до входу B002 і B007 вихід B006. Виходи з блоків B002 та B007 з'єднують з B003, а вихід B003 підключають до входу B008. Щоб без додавання окремого блоку створити елемент NOT і зробити програму зрозумілішою, я клацаю двічі на контакт Dir у B008. До цього контакту підключають вихід з блоку B027, щоб при активації функції «Зменшити» лічильник міг рахувати в іншому напрямку.

Таким чином, виходячи з того, що було скано раніше, при активації кнопок «Збільшити» чи «Зменшити» буде з'являється логічна одиниця на виході блоку B001. При короткочасному натисканні на кнопку, активується перший маршрут: на виході B006 не з'являється сигнал, тому на вході B002 буде комбінація 0 і 1. Це призводить до того, що на виході B002 з'являється 1, яка прямує до блоку B003, а потім на лічильник B008, що призводить до збільшення або зменшення значення Cnt на один. Якщо кнопку затискати більше ніж на 1 секунду, то з'являється одиниця на виході B006, і на вході B002 опиняються дві одиниці. Це приведе до того, що на виході B002 буде 0, але 1 подається до генератора імпульсів B007. Імпульси з нього потрапляють на B003, а потім на лічильник, що дозволяє змінювати значення Cnt швидше.

Наступним кроком, додатковий контакт Off блоку B004 я з'єдную з додатковим контактом Cnt блоку B008, щоб блок B004 міг розпізнати, коли припинити подавати одиницю на вихід. Додав блок NOT B029, AND блок B028 та вхід I4 «Скинути»,. Вхід I4 підключають до входу B028. Вихід Q2 з'єднують з входом блоку B029, а вхід B028 з'єднують з вихідом B029. На контакт Reset блоку B004 подає сигнал вихід B028. Для того щоб з'явилася 1 на виході B028, необхідно, щоб на обох входах була 1. Стан Q2 інвертується в блоці B029, щоб запобігти зміні уставки, поки двигун знаходиться в роботі.

Тепер додаю блоки Latching Relay B047, On-Delay B045 і B046, OR B010 і вихід Q1 (рис. 3.6). Вихід лічильника B004 був перепідключений до входу B010, а вихід B010 підключено до входу B009. Це зроблено, щоб під час увімкнення ручного режиму двигун продовжував працювати при досягненні встановленої маси. На B046 встановлено час затримки шість секунд, а на B045 встановлено час затримки три секунди. Входи B045 і B046 з'єднані з виходом кнопки «Пауза» I6. Вихід B045 підключено до контакту Set блоку B047, а вихід B046 до контакту Reset B047. Коли кнопка «Пауза» активна на протязі 3 секунд, з'являється 1 на виході B045, що спрямовується до Set блоку B047, і одиниця з'являється на виході B047. Якщо ж кнопку натискати більше 6 секунд, і на виході B046 з'явиться 1, що призведе до активації контакту Reset B047 і переривання подачі 1 на вихід B047. Вихід B047 підключений до входу B010. Для того, щоб мати 1 на виході B010, має бути 1 принаймні на одному з входів. У режимі ручного керування на вході B010 завжди буде одиниця, тому B009 буде управлятися тільки кнопками «Пауза» і «Пуск».

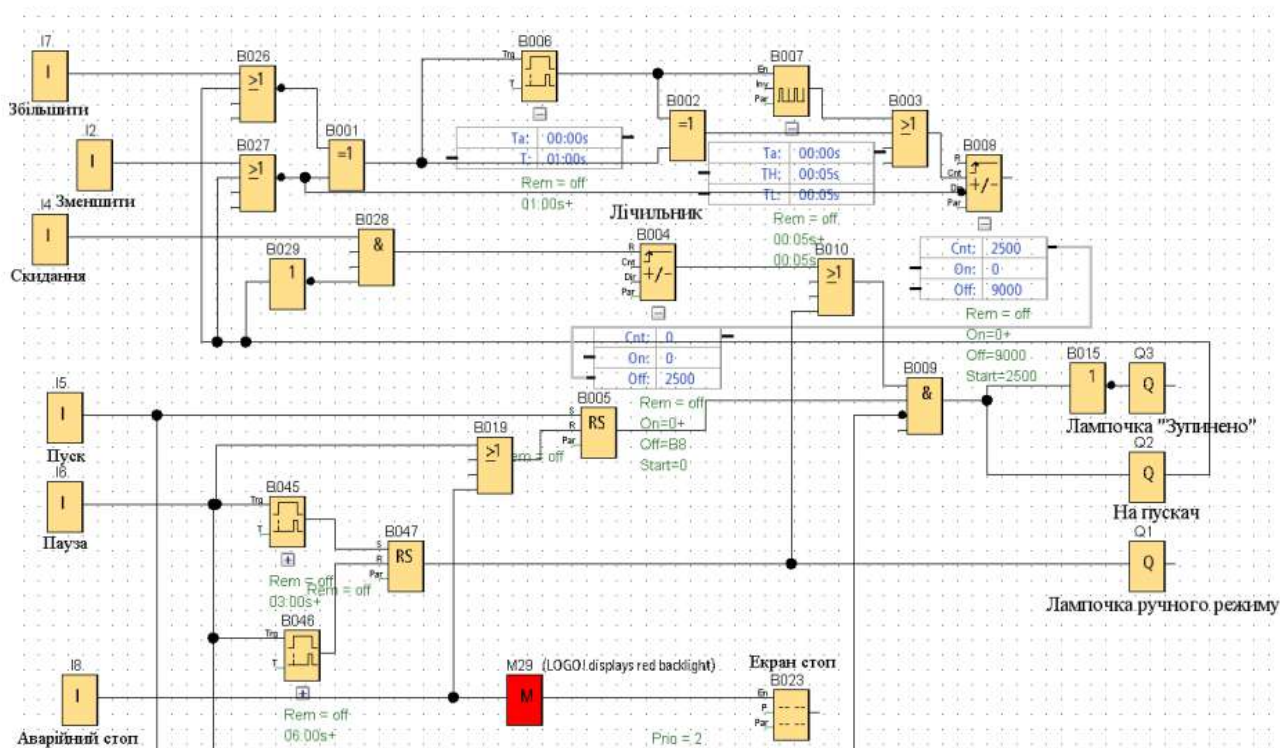


Рисунок 3.6 – Втілення функції ручного управління

Наступним кроком було додано вхід I3 (рис. 3.7). Оскільки давач швидкості характеризується двома станами — активний і спокійний і є індуктивним, стандартний вхід із налаштуванням Momentary pushbutton (Make) буде достатнім. Паралельно додав блоки: Latching Relay B036, AND B033 і B039, Flag M2, On-Delay B032 і OR B034. Із входом B034 з'єднав I3, а також підключив вихід B033 до цього ж входу. На вхід B033 подав сигнал від «Пуск» I5. З інвертованим входом B032 з'єднав вихід B034, на якому встановлений час затримки 3 секунди. Виходи B032 і B036 підключив до входу B039. Подав сигнал «Пуск» I5 на вхід Set блоку B036, а «Пауза» I6 на Reset. Додав прапорець M2 для подальшого виведення інформації про стан давача на екран, який підключив до виходу B039. Вихід B033 і інвертований вхід B009 з'єднав із виходом M2.

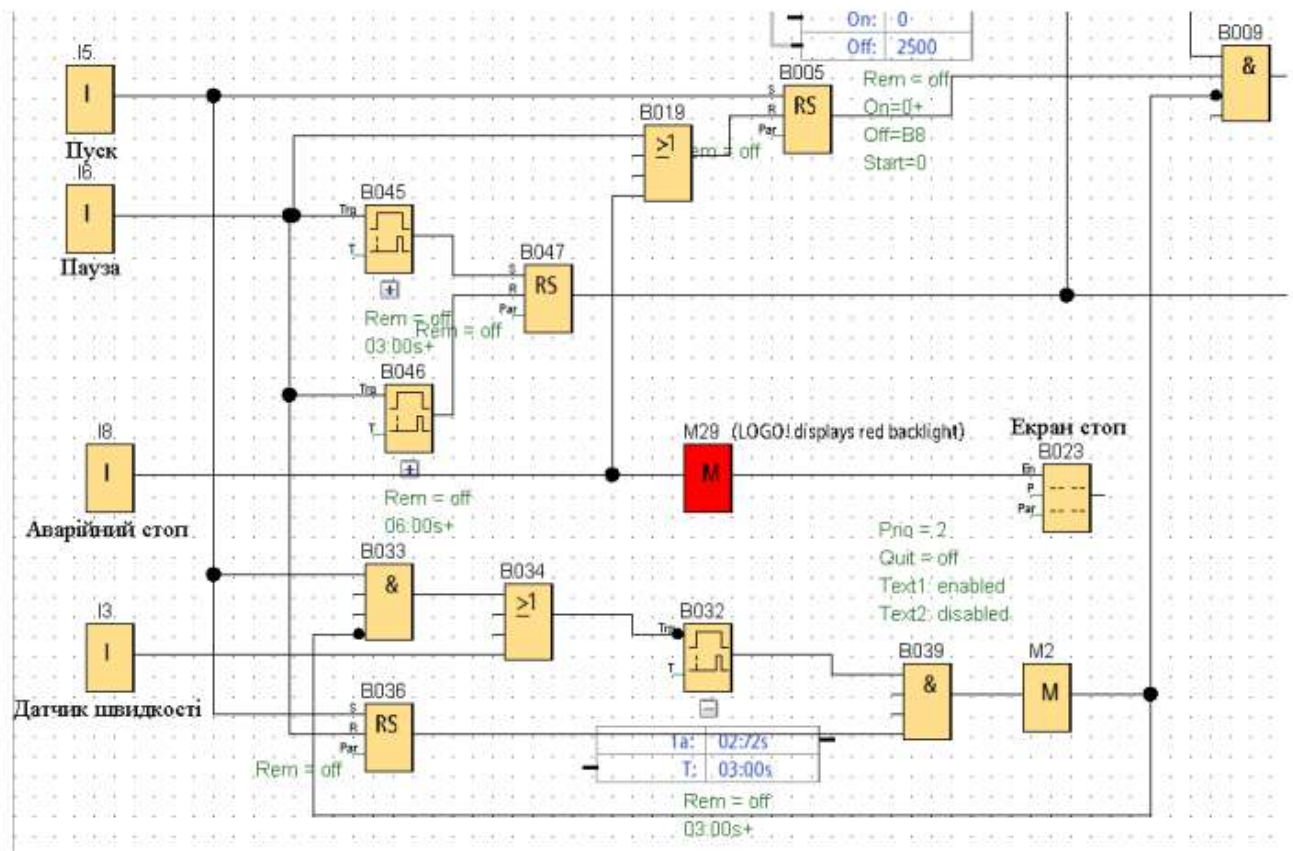


Рисунок 3.7 – Втілення функції захисту по давачу швидкості

Під час активації кнопки «Пуск» активується реле, яке на вхід B039 подає 1. Щоб B039 міг вивести помилку по давачу швидкості на екран і зупинити роботу, необхідно, щоб перед цим без наступного натискання «Пауза» була натиснута

кнопка «Пуск». Вихід V033 подасть одиницю, коли всі входи будуть мати одиниці. Оскільки за умовчанням на виході M2 знаходиться 0, для інвертування цього значення в 1, а 1 у 0, потрібно двічі клікнути мишкою на одному з контактів V033. Отже, при нормальних умовах на одному з входів буде 1. На обох входах V033 після натискання кнопки «Пуск» з'являється 1, що дає можливість таймеру рахувати три секунди з моменту натискання кнопки «Пуск», а не з моменту подачі електроенергії на логічний контролер. При спрацюванні давача швидкості і при натисканні кнопки «Пуск» блок V034 дозволяє обнулити таймер. За умови, що на протязі трьох секунд не буде збурень, з'являється 1 на виході V032, що спрямується до V039. Якщо перед цим була активована кнопка «Пуск», то на вході V039 будуть одиниці на всіх контактах, що дозволяє подати одиницю на вхід. Одиниця, через інвертований контакт на V009, змінюється на 0, і оскільки не буде всіх одиниць на входах V009, також не буде одиниці і на виході, що призведе до зупинки мотора. Помилка усувається активацією кнопки «Пауза».

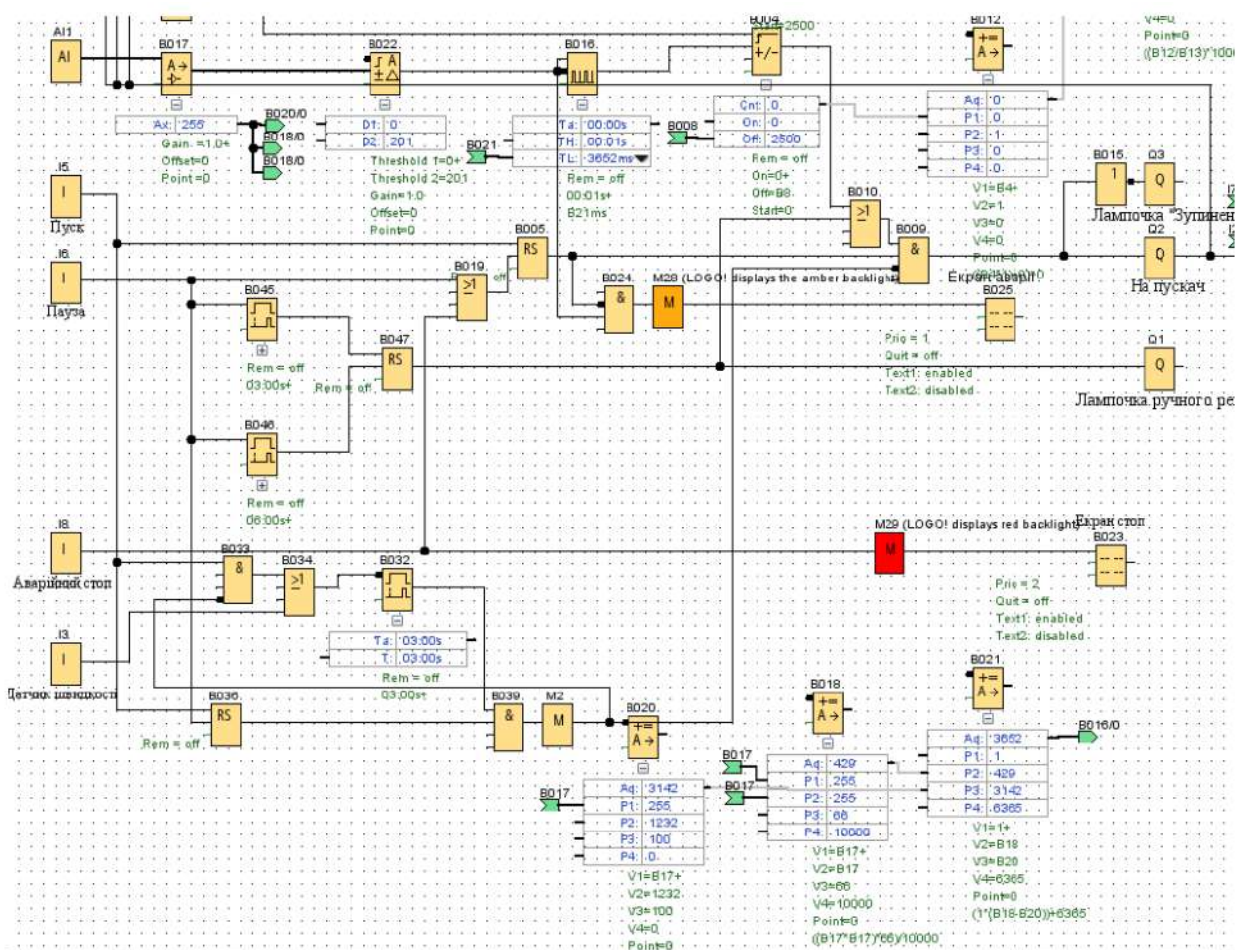


Рисунок 3.8 - Впровадження аналогового входу витратоміра

Вношу такі елементи: Analog Watchdog B022, Asynchronous Pulse Generator B016, Analog Input (витратомір) AI1, Analog Ampfilter B017, екран аварії B025, AND B024, Flag M28, а також математичні інструкції B020, B018, B021. Задля забезпечення більшої точності на AI1 встановив параметри, як показано на рис. 3.9.

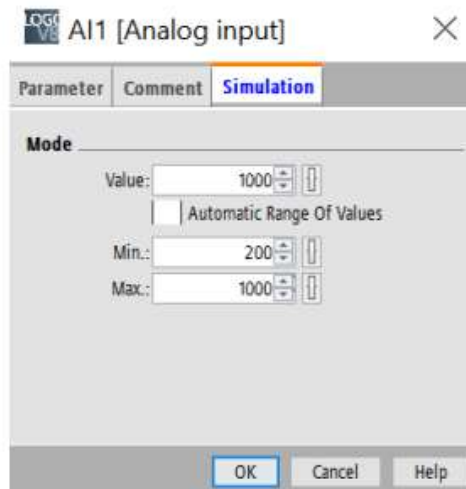


Рисунок 3.9 – Параметри блоку AI1

Підключив AI1 до входу B017 і налаштував блок B017 відповідно до зображення на (рис. 3.10.). Вихід B017 підключив до входу B022. Інвертував контакт En блоку B022, щоб при досягненні мінімального порогу, вказаного в параметрах на (рис. 3.11.), з'являлась 1 на виході.

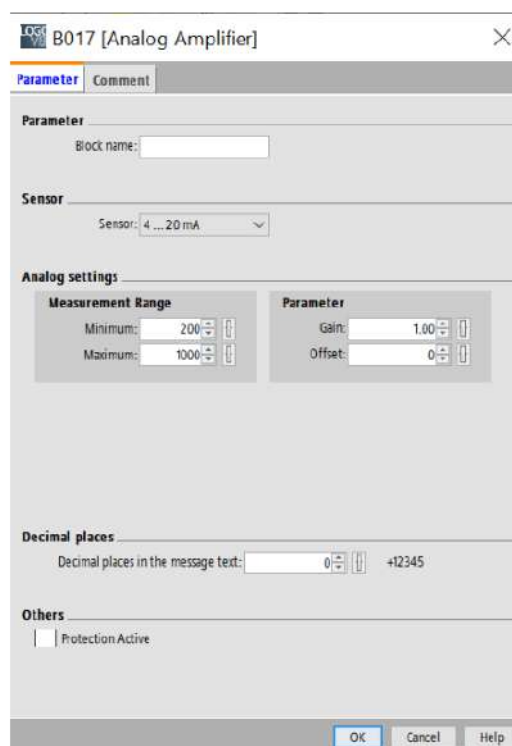


Рисунок 3.10 - Параметри блоку B017

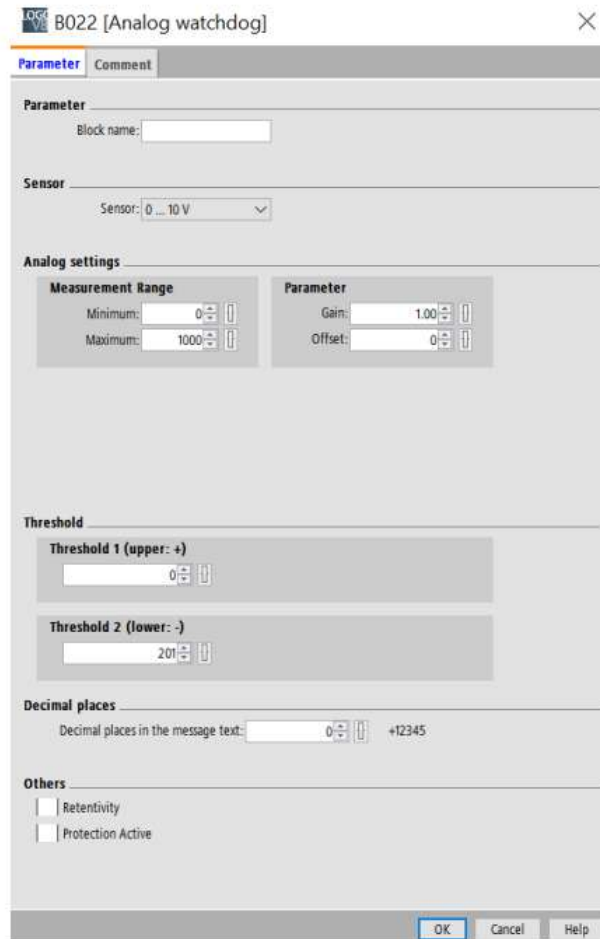


Рисунок 3.11 - Налаштування блоку B022

Підключив до входу генератора B016 вихід B022. Контакт Inv інвертував. Генератор генеруватиме імпульси, а в залежності від сигналу 4-20 мА, час затримки між ними змінюватиметься. Тривалість імпульсу 0,01 секунди.

Витратомір, що було вибрано для розробки має специфіку: якщо його параметри буде налаштовано на максимальну продуктивність (100 тон/год), то 20 мА буде досягатися при приблизно 113,5 тон/год а не при 100 тон/год. Необхідно 50 тон/год максимальної швидкості завантаження, це означає 20 мА буде тоді коли $113,5 / 2 = 56,75$ тон/год. Проте виникає проблема, оскільки значення змінюються лінійно від 4 до 20 мА, і коли витратомір теоретично має показувати 0 при 4 мА, він покаже інше значення:

$$\frac{4 \cdot 56,75}{20} = 11,35(\text{тон/год})$$

Отже, необхідно вивести формулу, яка забезпечить найкращу роботу витратоміра. З появою кожного імпульсу значення на дисплеї буде змінюватися на 10 кг. Більш доцільніше використовувати значення від 200 до 1000 замість діапазону 4-20 мА, як показано на рис. 3.9 і 3.10. З метою побудови графіка і функції я обрав онлайн-калькулятор, що дозволяє побудувати графік по точках. Зараз необхідно визначити ці точки. Час між імпульсами буде на осі Y, а одиниці виміру від 200 до 1000 будуть на осі X. Отже, перша точка буде відображати максимальну продуктивність, тобто 1000 на осі X.

Потрібно провести такі розрахунки, щоб вирахувати час між імпульсами:

$$\frac{1}{5675 \div 3600} \cdot 1000 - 10 = 624,36 \text{ мс.}$$

Тепер маємо першу точку: (1000;624,36). Подальшою точкою стане половина завантаження, а саме 600 одиниць, що відповідає 28,375тон/год.

$$\frac{1}{2837,5 \div 3600} \cdot 1000 - 10 = 1258,72 \text{ мс.}$$

Тепер маємо другу точку (600;1258,72). Подальшою точкою стане 75% завантаження, а саме 800 одиниць, що відповідає 42,5625тон/год.

$$\frac{1}{4256,25 \div 3600} \cdot 1000 - 10 = 835,81 \text{ мс.}$$

Тепер маємо третю точку (800;835,81). Останньою точкою буде 25% завантаження, а саме 400 одиниць, що відповідає 14,1875тон/год.

$$\frac{1}{1414,75 \div 3600} \cdot 1000 - 10 = 2527,44 \text{ мс.}$$

Таким чином маємо останню точку: (400; 2527,44). Для побудови графіка я скористався онлайн-калькулятором, для вирішення задачі обрав 2 найточніших рівняння, які легко реалізувати на LOGO: квадратичну та гіперболічну регресії. Їх порівняння представлено на (рис. 3.12.).

Результат

■ у

— Квадратична регресія

— Гіперболічна регресія

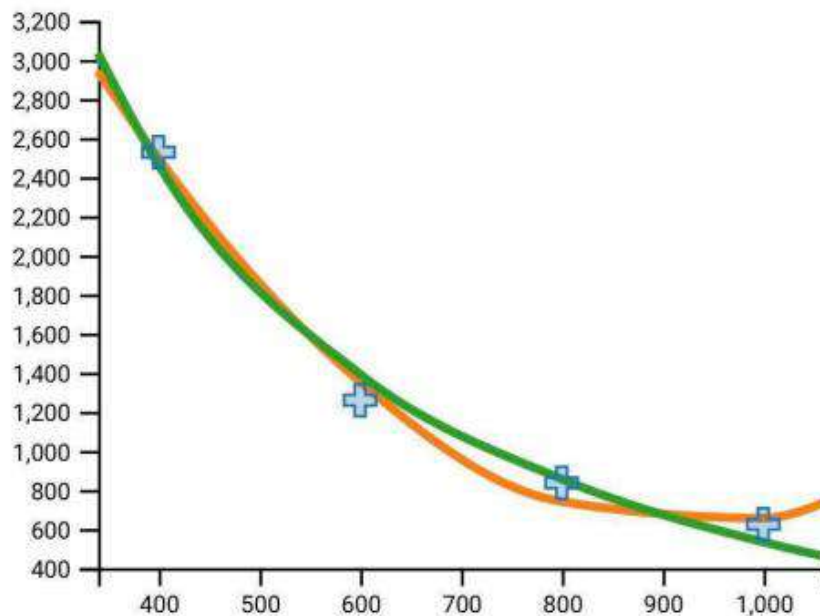


Рисунок 3.12 - Графіки для кубічної і гіперболічної регресії

Як бачимо по графіку, квадратична регресія є більш підходящою. Крім того, її легше реалізувати. Рівняння для цього графіку таке:

$$y = 0,0066X^2 - 12,3172X + 6365,3275$$

Оскільки дробові числа не підтримуються Siemens LOGO, я знайшов рішення — записувати дробові значення як цілі числа, що діляться на 10, 100, 1000 тощо. Мені знадобилося три блоки Mathematic instruction B020, B018, B021 для цієї задачі. Блок B018 відповідає за обчислення першого доданку, B020 — за другий доданок, а B021 — за суму всіх доданків. У блоці B018 я налаштував параметри, як показано на рис. 3.13.

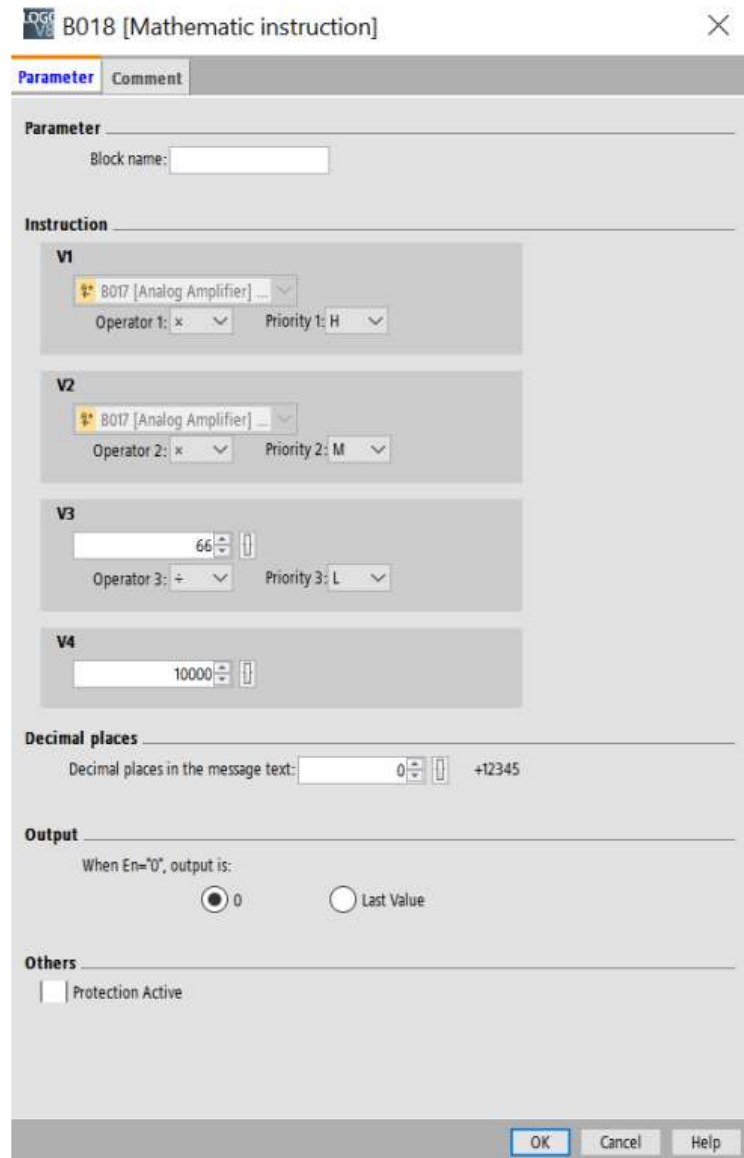


Рисунок 3.13 – Налаштування параметрів математичних операцій блоку B018

На входи V1 і V2 подаю вихід Ax з блоку B017 та множу їх між собою ,як показано на рис. 3.13, для піднесення значення до квадрату. V3 і V4 встановлені як сталі числа 66 та 10000 відповідно. Квадрат значення входу множиться на 66 і ділиться на 10000. Отримана формула виглядає так: $((B017*B017)*66)/10000$. Наступним кроком слід створити другий доданок у блоці B020, для чого я налаштував параметри, як показано на рис. 3.14.



Рисунок 3.14 – Налаштування параметрів математичних операцій блоку B020

Вихід Ах блоку B017 подається на вхід V1. Вхід V2, V3 і V4 мають фіксовані значення 1232, 100 і 0 відповідно. Вихід з блоку B017 множиться на 12,3172, округлене до двох знаків після коми, що еквівалентно $1232/100$. Отже, рівняння виглядає так: $B017 * ((1232/100) + 0)$. Далі необхідно визначити суму всіх доданків в блоці B021. Для цього налаштував параметри, як на рис. 3.15.



Рисунок 3.15 – Налаштування параметрів математичних операцій блоку B021

Підключаю блоки B018 та B020 на входи V2 і V3, а потім віднімаю одне значення від іншого. Вхід V1 і V4 містять сталі числа 1 і 6365 відповідно. Далі множу V1 на V2, потім ділю на V3 і сумую V4.

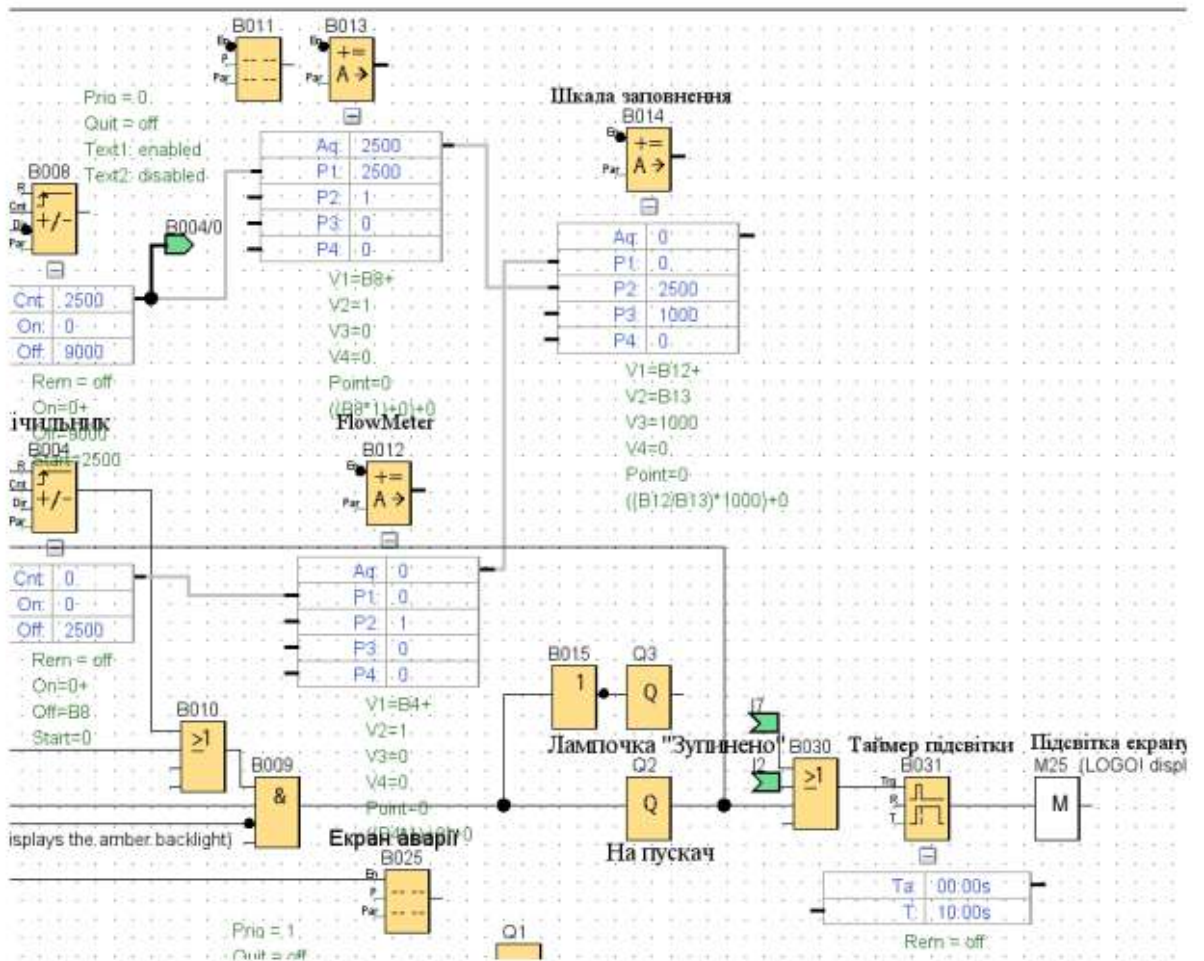
Розрахована формула виглядає так: $(1*(B018-B020))+6365$.

Далі вхід TL блоку B016 підключаю до виходу Aq з блоку B021.

У блоці B024 один з входів інвертую і підключаю до нього вихід B005. Інший вхід підключаю до виходу B022. Отже, якщо значення перевищить 4 мА на аналоговому вході, але кнопка «Пуск» не активна, на виході B024 з'явиться одиниця. Цей сигнал маємо змогу надіслати на M28 для оранжевої підсвітки

аварійного екрану та на B025, який відповідає за сам екран. Повідомлення на екрані B025 показано на рис. 3.16.

Рисунок 3.16 – Налаштування параметрів аварійного екрану



На останньому етапі необхідно встановити екран для виведення інформації.

Рисунок 3.17 - Реалізація екрану і його підсвітки

Було додано блоки Mathematic Instruction (B012, B013, B014), а також OR (B030), Message Text (B011), Off-Delay (B031), Flag (M25). Підсвітка екрану буде працювати протягом 10 секунд після активації функції «Збільшити» чи «Зменшити», виходи I2, I7 та Q2 я під'єднав до входів блоку B030. У разі виникнення 1 на будь-якому з цих входів, то вона буде передаватися на вихід B030, потім на вхід B031. Після цього, коли подача одиниці припиняється, на виході з'являється одиниця, на протязі 10 секунд і спрямується до прапорцю M25. Також було додано блок екрану B011, де ввімкнув інвертований контакт на вході En, з метою не затухання екрану.

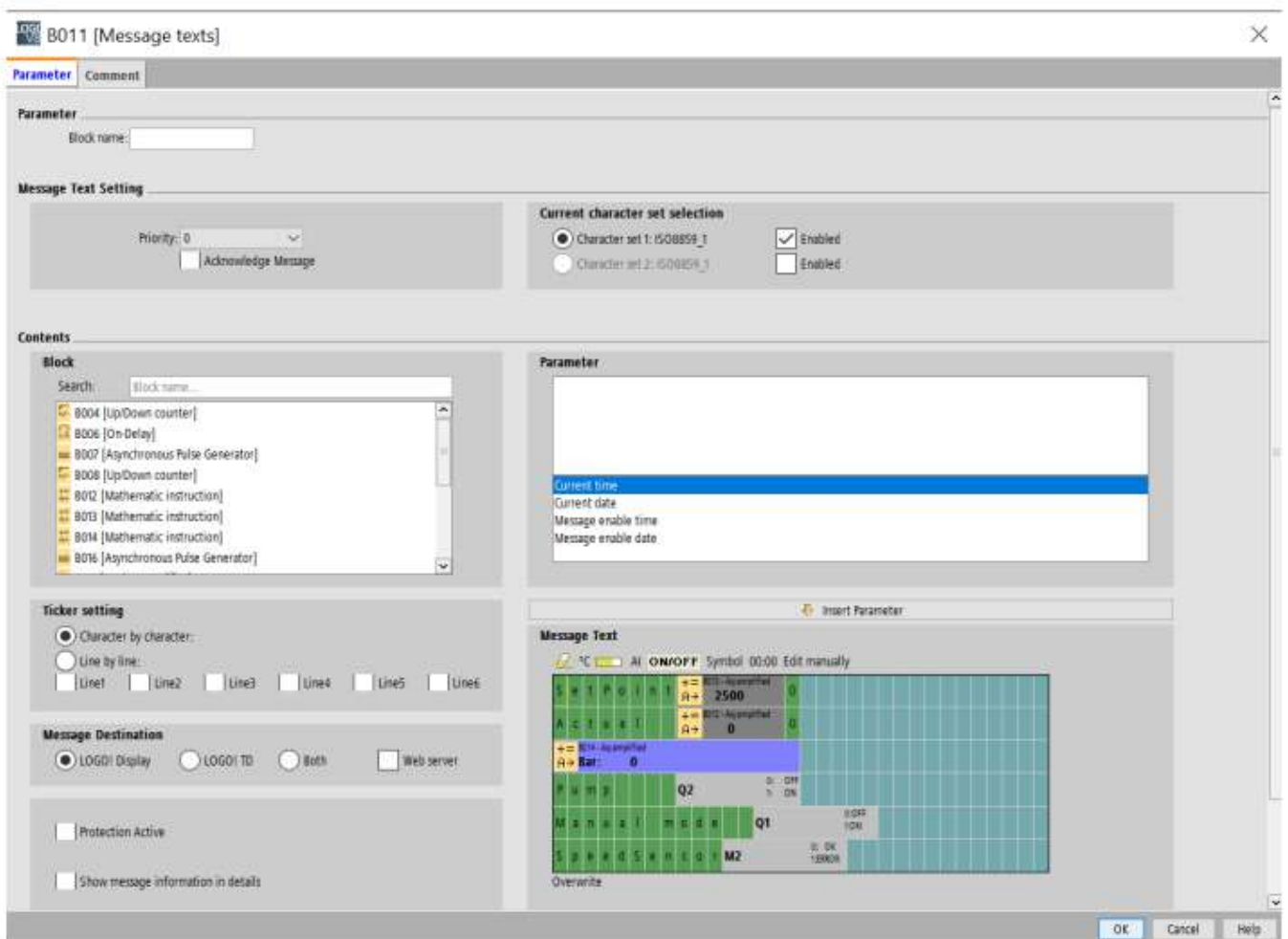


Рисунок 3.18 – Налаштування параметрів блоку екрану B011

На головному екрані було відображено такі параметри:

- SetPoint – уставка.

- Actual – кількість зерна, що вже перекачано з моменту запуску.
- Шкала заповнення – показує рівень заповнення відносно уставки.
- Pump – індикатор наявності сигналу для початку роботи реле.
- Manual mode – показчик, чи активний режим ручного управління.
- SpeedSensor – відображає стан давача швидкості.

Враховуючи те що Siemens LOGO! працює тільки з числами типу short, тобто цілими числами в діапазоні від -32768 до 32768. Тому для великих навантажень, таких як вагони, 32768 кг недостатньо. З цієї причини я вирішив, що на екрані для зручності користувача додам статичні цифри 0, а вага буде обчислюватися в десятках кілограмів. Виходячи з цього, уставка і завантаження складатимуть 327680 кг максимально, що є цілком достатньо. Я підключаю дані з блоку B013 для відображення на екрані уставки. Щоб показати кількість вже завантаженого зерна підключаю дані з блоку B012. Використовую дані з блоку B014 для відображення шкали прогресу. Щоб забезпечити постійну роботу у всіх цих блоках є інвертований вхід En.

Засобом передачі даних із блоків B004 і B008 до блоку B014, а також виведення даних на екран служать блоки B012 та B013. Виходячи з цього в них немає математичних операцій. На вхід V1 блоку B014 надходять дані з блоку B012, а на вхід V2 з блоку B013. V3 має постійне значення 1000. Частка від ділення V1 на V2 множиться на V3.

Формула виглядає наступним чином: $((B012/B013)*1000)+0$.

Підключаю вихід Q2 для відображення стану реле Pump, на екрані буде відображатись «OFF» або «ON» відповідно (рис. 3.19), в залежності від того, чи є на ньому логічний 0 або 1.

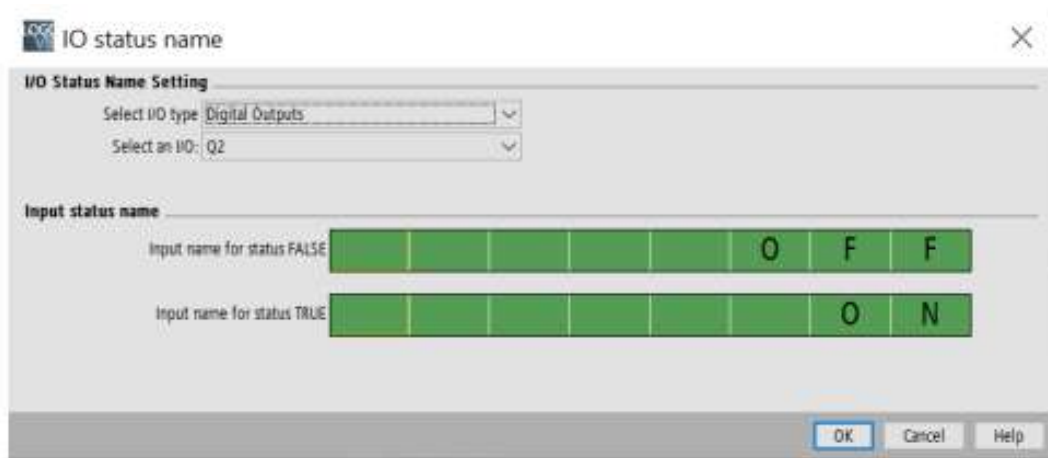


Рисунок 3.19 - Налаштування параметрів екрану інформації про статус виводу Q2

З урахуванням вирівнювання по лівому краю подібно виведенню Q1, щоб залишити місце для напису "Manual mode".

Дані з блоку M2 виводяться для відображення статусу давача швидкості. На екрані з'являються повідомлення "ERROR" або "OK", в залежності від статусу TRUE або FALSE. Втілення цього процесу показана на рис. 3.20.



Рисунок 3.20 - Втілення виводу статусу блоку M2

3.3 Налаштування параметрів витратоміра

При підключенні витратоміра заводський коефіцієнт вже буде встановлений. Потрібно перевірити, чи немає впливу сторонніх сил на лопатку витратоміра. Після підтвердження цього необхідно натиснути кнопку «Tare», яка знаходиться внизу зліва на основному екрані витратоміра (рис. 3.21).



Рисунок 3.21 - Головні параметри витратоміра

Через 10 секунд очікування витратомір автоматично встановить нову нульову точку (рис. 3.22).

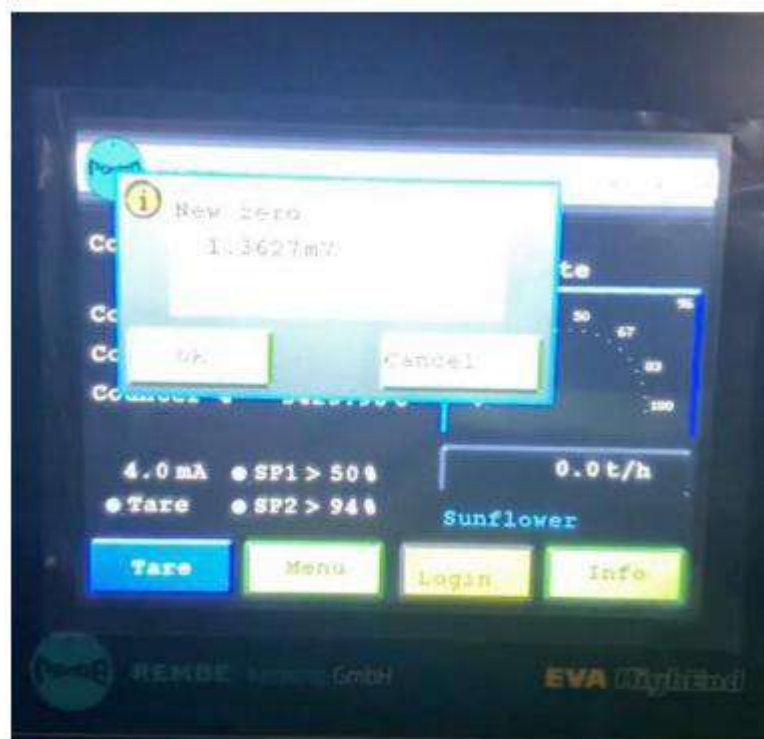


Рисунок 3.22 - Сповіднення про встановлення нової нульової точки

Далі необхідно завантажити одну вантажівку і визначення її маси нетто. Далі потрібно натиснувши кнопку «Menu» на основному екрані, щоб виконати калібрування витратоміра.

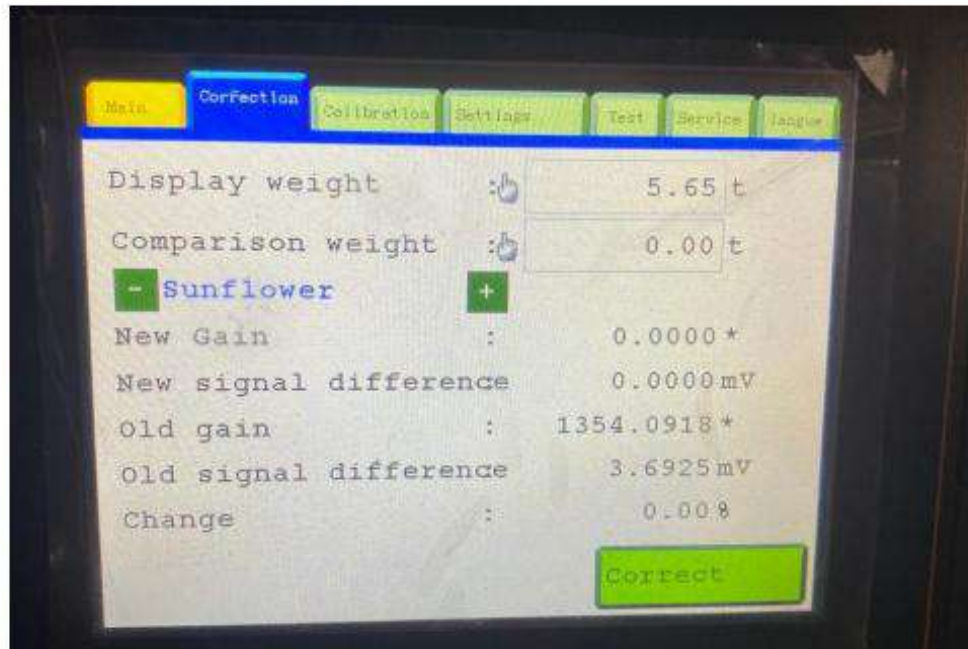


Рисунок 3.23 – Налаштування параметрів підменю Correction

Початковий рядок відображає "Display weight" — вага, яку зафіксував витратомір по завершенню процесу навантаження. Наступний рядок — "Comparison weight". Для продовження необхідно зайти в його налаштування.



Рисунок 3.24 – Налаштування параметрів підпункту Comparison weight

Отриману з вагової масу нетто слід ввести у розділі "Comparison weight" (рис. 3.24), після чого підтвердити введення, натиснувши зелену галочку в нижньому правому куті. Наступним кроком у меню витратоміра, в підменю "Correction", натискаємо кнопку «Correct» і погоджуємо дію кнопкою «Yes». Потім необхідно натискати кнопку «Main» у верхньому лівому кутку. Після того, як повернемося на головний екран, з метою обнулення лічильника слід натискати на показник ваги навпроти напису «Counter 1» (рис. 3.21) і погодити дію натиснувши «OK».

3.4 Електрична схема системи автоматичного керування пневмотранспортером

До вхідного автоматичного вимикача підключаються три фази змінного струму, які потім надходять на контакти пристрою плавного пуску 1/L1, 3/L2 і 5/L3 (рис. 3.25). На електродвигун живлення подається через виходи пристрою плавного пуску 2/T1, 4/T2 і 6/T3. Електродвигун заземлюється. Для забезпечення додаткового захисту до контактів T1 і T2 можна підключити вбудований термістор в електродвигуні. Пристрій плавного пуску заземлюється через контакт PE.

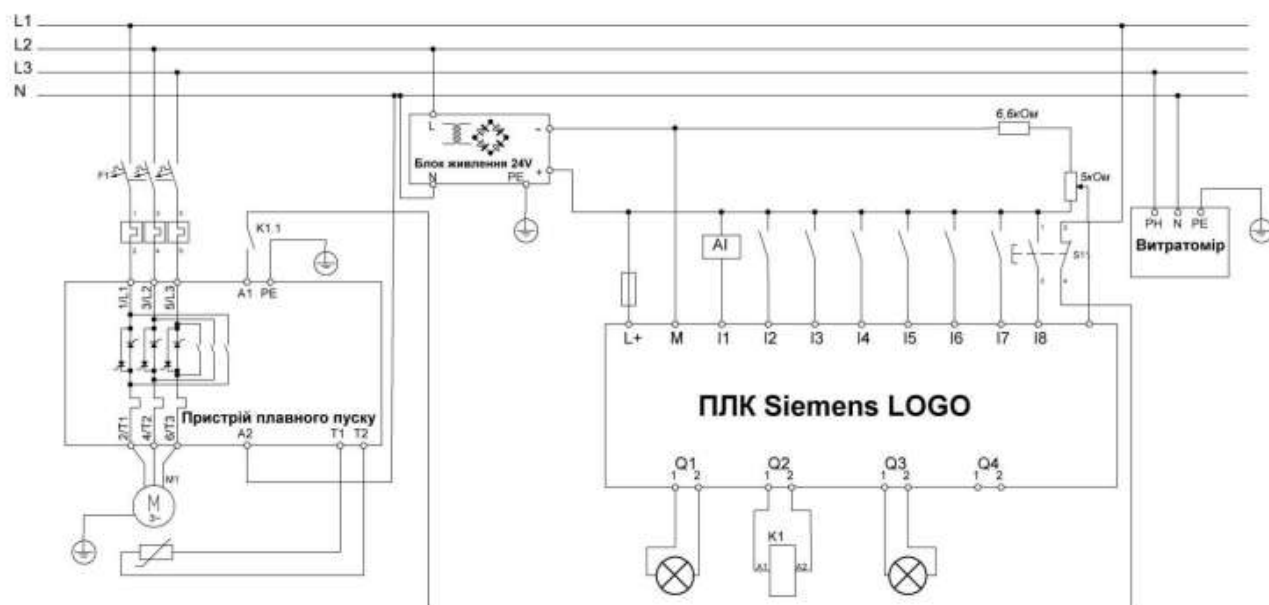


Рисунок 3.25 - Схема силова електрична системи автоматичного керування пневмотранспортером

З метою керування плавним пуском необхідно подати фазу L1 на клему A1 і повернути її в нейтраль через клему A2. Подача фази регулюється контактом реле К1.1. Коли на котушку К1 подається 24 В постійного струму з виходу Q2 ПЛК, К1.1 замикається. Світлові індикатори Q1 і Q3 сигналізують про включення ручного режиму керування та стан «Зупинено». Блок живлення, який подає енергію на ПЛК, підключений до фази L2. Фаза L3 використовується для живлення витратоміра (рис. 3.26).

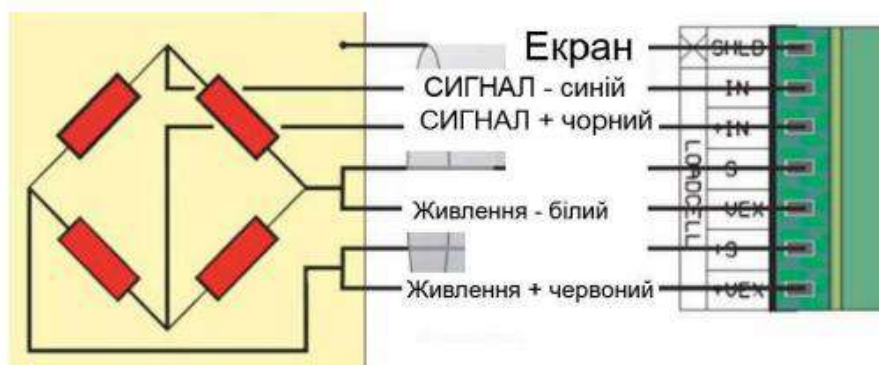


Рисунок 3.26 - Схема підключення сигнальних проводів до витратоміра

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Система організації охорони праці на підприємстві повинна гарантувати дотримання чинних нормативно-правових актів та впровадження необхідних організаційно-технічних, соціально-економічних, лікувально-профілактичних і санітарно-гігієнічних заходів для створення безпечних і комфортних умов праці, які забезпечать здоров'я та безпеку працівників.

Основною метою такої системи є реалізація всіх заходів і засобів, визначених нормативними документами, спрямованих на охорону здоров'я та безпеку праці виробничого персоналу.

Проект АСК елеватора базується на контролері Siemens LOGO! 24CE і включає в себе давачі, реле, блоки живлення, пристрої плавного пуску Siemens Sirius 3RW4425-1BC44, виконавчі механізми, двигуни та витратоміри.

Цей розділ містить пропозиції щодо організаційних заходів і технічних рішень для забезпечення охорони праці під час експлуатації автоматизованих систем керування і технологічного обладнання. Також описано основні кроки для забезпечення санітарії та гігієни на робочому місці, пожежної безпеки та профілактичних заходів.

4.1 Організаційні заходи та рішення щодо технічного забезпечення для забезпечення безпеки при експлуатації засобів автоматизації та технологічного обладнання.

Оператор АСК працює в окремому приміщенні, де розташовані щитове обладнання та пульт керування для моніторингу та контролю технологічного процесу. Для забезпечення безпеки та ефективності роботи передбачено правильне розміщення щитів і пульта керування.

Робочий день організовано за позмінним графіком тривалістю 8 годин. Для зниження відволікань під час роботи важливо правильно розмістити органи

керування, такі як кнопки і перемикачі. Стіни приміщення мають бути пофарбовані в нейтральні кольори, а підлога — рівною і неслизькою. Висота приміщення становить 3,5 м, а площа та об'єм відповідають вимогам санітарних норм.

Якщо для обслуговування технологічного обладнання необхідне використання сходів, вони повинні бути оснащені поручнями висотою не менше 1 метра. Для обслуговування таких агрегатів, як зерносушарки та сепаратори, встановлюються додаткові технологічні майданчики. Органи керування АСК включають електричні приводи, а двигуни оснащуються пристроями плавного пуску.

Щоб уникнути теплових опіків, всі гарячі частини технологічного обладнання мають теплоізоляцію, яка обмежує температуру на поверхні до 40 °С.

4.2 Електробезпека

Проект розроблений з урахуванням чинних вимог з електробезпеки, викладених у ПУЕ-2017, НПАОП 40.1-1.21-98, НПАОП 40.1-1.01-97, НПАОП 40.1-1.32-01, ДСТУ 7237:2011 та Технічному регламенті з безпеки низьковольтного електричного обладнання. Також враховано ДСТУ Б В.2.5-82:2016 щодо захисних заходів електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.

Щитова приміщення належить до зон з високим рівнем небезпеки, так як існує ймовірність одночасного контакту людини з електропроводами та заземленими частинами будівельних і технологічних конструкцій, що може призвести до електротравм.

Електротехнічне обладнання, таке як електроприводи та двигуни транспортерів, живиться від трьохфазної мережі змінного струму з частотою 50 Гц, має глухо заземлену нейтраль та працює при напрузі 220/380 В.

У проекті передбачено використання обладнання, яке здатне працювати як у звичайних, так і в аварійних умовах, витримуючи такі ситуації, як короткі замикання, перенапруги та перевантаження.

Технічні заходи для попередження електротравм від контакту з струмовідними елементами обладнання включають:

1. Ізоляцію струмовідних частин, де кабелі прокладаються в спеціальних конструкціях. Опір ізоляції має становити 1 кОм на 1 В, з можливістю зниження до 0,5 кОм на 1 В під час роботи. Вимикачі та розетки повинні бути закритого типу.

2. Застосування закритих розподільних шаф, пускових пристроїв і клемних коробок для обмеження доступу персоналу до неізольованих елементів.

3. Використання захисних огорожень.

4. Світильники з напругою 220 В мають бути розташовані на висоті не менше 2,5 метра від підлоги.

5. Усі струмопровідні частини повинні бути огорожені, а на щитах мають бути відповідні знаки і попереджувальні плакати.

6. Встановлені блокування для вимкнення електроживлення при знятті огорожень.

7. Щитове обладнання має високий клас захисту (0І), що мінімізує ризик пошкоджень та попадання вологи.

8. Для додаткового захисту персоналу використовуються індивідуальні засоби захисту: діелектричні взуття, рукавички, підставки і килими.

З метою запобігання ураженню електричним струмом через металеві неструмовідні частини, що можуть знаходитися під напругою внаслідок порушення ізоляції, застосовуються захисне заземлення та вимкнення. При замиканні фази на корпус пристрій спрацьовує автоматично, щоб уникнути уражень.

Один раз за п'ять років здійснюється регулярний контроль стану заземлення для забезпечення надійного захисту.

4.3 Організаційні заходи та рішення, спрямовані на підтримку гігієни праці та санітарії на виробництві

Організаційні заходи та рішення, спрямовані на підтримку гігієни праці та санітарії на виробництві з використанням ВДТ ПЕОМ (візуальних дисплейних терміналів персональних електронно-обчислювальних машин), повинні враховувати наступні аспекти:

1. **Регулювання мікроклімату:**
 - Забезпечення оптимальних температурних умов (20-22°C), вологості (40-60%) та швидкості повітря для зручної роботи за комп'ютером.
 - Використання кондиціонерів та вентиляційних систем для підтримки комфортного повітряного середовища.
2. **Правильне освітлення робочих місць:**
 - Встановлення освітлення, яке запобігає відблискам на екрані монітора та мінімізує напруження зору. Це включає використання м'якого освітлення та правильне розташування світильників.
 - Нормування рівня освітленості (300-500 лк) згідно з санітарно-гігієнічними вимогами.
3. **Ергономіка робочого місця:**
 - Регулювання висоти столу та стільця для забезпечення зручної пози оператора та запобігання перенапруженню м'язів спини, шиї та рук.
 - Організація робочих місць з можливістю налаштування монітора та клавіатури для зручності користувача, що сприяє зменшенню втоми.
4. **Перерви та рухливість:**
 - Встановлення графіків для регулярних перерв (не менше 5-10 хвилин кожні 1-1,5 години роботи) для запобігання стомленню очей, порушенню циркуляції крові та іншими проблемами, пов'язаними з тривалим сидінням.
 - Застосування вправ для розслаблення очей та полегшення напруги в м'язах.
5. **Шум та вібрації:**

- Зменшення рівня виробничого шуму, який може виникати через роботу ВДТ ПЕОМ, застосування акустичних матеріалів для зниження шумового навантаження.

- Вибір технології з мінімальними вібраціями для забезпечення комфортної роботи.

6. Пожежна безпека та електробезпека:

- Забезпечення наявності протипожежних засобів, таких як вогнегасники, у разі надзвичайної ситуації.

- Регулярне обслуговування та перевірка електропроводки, використання безпечних електричних приладів, захист від короткого замикання.

7. Очищення та санітарний контроль:

- Регулярне провітрювання приміщень та очищення від пилу, який може впливати на здоров'я працівників.

- Контроль за чистотою та порядком на робочих місцях.

8. Навчання та інструктажі персоналу:

- Проведення інструктажів для працівників щодо правильного використання обладнання, дотримання норм гігієни праці, поводження з ВДТ ПЕОМ.

- Ознайомлення з потенційними ризиками для здоров'я та методами їх запобігання.

Ці заходи сприяють створенню безпечних і комфортних умов для роботи з ВДТ ПЕОМ, що в свою чергу підвищує ефективність праці та знижує ризики для здоров'я працівників.

4.4 Кліматичні умови та склад повітря робочої зони

Згідно з ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень", визначаються наступні вимоги до кліматичних умов та складу повітря робочої зони:

Категорії робіт за важкістю

1. Легка робота (категорія I):
 - Робота, яка виконується в сидячому положенні або із незначними фізичними зусиллями (енерговитрати до 140 Вт).
2. Середньої важкості (категорія II):
 - Робота, що потребує пересування чи помірних фізичних зусиль (енерговитрати 150-290 Вт).
3. Важка робота (категорія III):
 - Робота з інтенсивними фізичними навантаженнями (енерговитрати понад 290 Вт).

Оптимальні параметри мікроклімату залежать від пори року та характеру роботи:

Температура повітря:

Легка робота:

- Холодний період: 22-24°C.
- Теплий період: 23-25°C.

Середньої важкості:

- Холодний період: 19-22°C.
- Теплий період: 21-23°C.

Важка робота:

- Холодний період: 17-20°C.
- Теплий період: 18-21°C.

Відносна вологість повітря:

- Усі категорії робіт: 40-60%.

Швидкість руху повітря:

- Легка робота: 0,1-0,2 м/с.
- Середньої важкості: 0,2-0,3 м/с.
- Важка робота: 0,3-0,5 м/с.

Якщо забезпечити оптимальні умови неможливо, допускаються такі значення:

- Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря можуть відхилятися на 1-2°C, 10%, 0,1 м/с відповідно.

Для забезпечення виконання норм, приміщення мають бути оснащені ефективними системами загальнообмінної або місцевої вентиляції, системами кондиціонування та очищення повітря.

Повинен проводитись регулярний моніторинг температури, вологості, швидкості повітря та концентрації шкідливих речовин, своєчасне обслуговування обладнання.

Дотримання зазначених норм забезпечує комфортні та безпечні умови праці для персоналу.

4.5 Освітлення на виробництві

Освітлення на виробництві регламентується санітарними нормами, визначеними ДСанПіН 3.3.2.007-98 "Державні санітарні правила і норми освітлення виробничих приміщень", які встановлюють вимоги до природного, штучного та комбінованого освітлення. Коефіцієнт природної освітленості (КПО) повинен відповідати нормі (не менше 1,5%). Штучне освітлення робочих місць має бути рівномірним, без різких тіней і бликів, щоб уникнути зорового дискомфорту. Освітленість у зоні роботи оператора повинна становити 300-500 лк. Світильники повинні бути розташовані так, щоб запобігти прямому спрямуванню світла в очі оператора та відображенням на поверхні монітора.

4.6 Шум на виробництві

Рівень шуму на виробничих об'єктах є важливим фактором, що впливає на здоров'я працівників і загальну ефективність виконання робочих завдань. Підвищений шум може спричиняти фізичний та психологічний дискомфорт, зниження продуктивності праці, а також ризики розвитку професійних захворювань, зокрема порушень слуху. Основними джерелами шуму на

виробництві є: робота механізмів і обладнання, зокрема двигунів, компресорів, вентиляторів та насосів; переміщення вантажів і матеріалів по транспортним системам, таким як конвеєри та елеватори; взаємодія металевих деталей та конструкцій у процесі експлуатації обладнання.

Для зниження шуму потрібно використовувати звукопоглинаючі та звукоізоляційні матеріали у конструкціях приміщень, встановити шумопоглинаючі кожухи на обладнанні.

4.7 Заходи з пожежної безпеки та профілактики

Відповідно до ДСТУ Б.В.1.1-36:2016, приміщення відноситься до категорії В за вибухопожежною небезпекою, а відповідно до НПАОП 40.1-1.32-01 робочі зони класифікуються як клас П-П за пожежонебезпечністю. Пожежа може виникнути, якщо одночасно були присутні три умови: горюча речовина, окислювач і джерело запалювання. Для уникнення виникнення пожежі впроваджено низку заходів:

1. Електроапаратура оснащена засобами захисту від короткого замикання, з використанням плавких запобіжників та електромагнітних розщиплювачів.

2. В проекті системи автоматизації застосовуються кабелі з мідними жилами та ізолювані проводи, з обраним перетином, що відповідає вимогам щодо механічної міцності, втрат напруги та струмових навантажень. Важливу роль також відіграє якість приєднання проводів до апаратів, приладів, зажимів та з'єднань.

3. Згідно з вимогами ДБН В.1.1-7-2016, на помітних ділянках диспетчерської та щитової повинні бути розміщені плани евакуації та інструкції з пожежної безпеки.

4.8 Запобігання пожежам

Запроваджуються наступні запобіжні заходи для забезпечення пожежної безпеки:

1. Відключення пошкодженого електрообладнання.
2. Заборона перегинання і скручування проводів під час перемикання устаткування.
3. Постійний моніторинг стану електропроводки.
4. Відключення всіх електроустановок після завершення роботи.
5. Здійснення заходів з протипожежної профілактики, включаючи заборону куріння в не відведених для цього місцях та використання саморобних нагрівальних пристроїв.
6. Моніторинг виконання вимог і стандартів пожежної безпеки.

Технічні рішення, реалізовані в системі протипожежного захисту, мають на меті обмежити поширення вогню, забезпечити захист людей і майна від шкоди, завданої пожежею, а також створити умови для її швидкого і ефективного гасіння.

У щитовій та диспетчерській розташовані первинні засоби пожежогасіння, зокрема порошкові та вуглекислотні вогнегасники, які призначені для гасіння пожеж в електроустановках, що знаходяться під напругою (клас «Е»).

Згідно з вимогами ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту», передбачено впровадження систем автоматичної пожежної сигналізації та пожежогасіння. Система керування установками пожежогасіння повинна подавати сигнали для вимикання електротехнічного обладнання. Оскільки в приміщенні є персонал, система автоматичного пожежогасіння обладнується пристроєм для автоматичного вимкнення пуску обладнання.

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи було здійснено всебічний аналіз різних пристроїв, методів і особливостей, що використовуються при транспортуванні зерна. Оцінено актуальність розробки такої системи, що дозволяє підвищити ефективність і автоматизацію цього процесу. Особлива увага була приділена вибору приводного двигуна, контролера та відповідних засобів автоматики, які забезпечують стабільну і надійну роботу системи.

На основі проведеного аналізу та зібраних даних було розроблено систему автоматизації для пневматичного пересипання зерна, використовуючи сучасні компоненти Siemens LOGO!. У результаті цієї роботи було створено детальну схему підключення елементів, що забезпечує безперебійне функціонування всієї автоматизованої системи. Окрім того, було продемонстровано процес налаштування витратоміра Rembe C-LEVER, який став важливою частиною системи, що дозволяє точно вимірювати витрату матеріалу та автоматично регулювати параметри роботи.

Таким чином, проведена робота включає детальне дослідження теоретичних аспектів транспортування зерна, а також розробку практичних рішень для автоматизації цього процесу, що забезпечує значне підвищення ефективності та безпеки на виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конвеєри гвинтові. URL: <https://kmzindustries.ua/product/konveyery-vintovye-kg>.
2. Шнековий конвеєр. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Шнековий_конвеєр
3. Рольганг URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Рольганг>
4. Стрічковий конвеєр URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Стрічковий_конвеєр
5. Скребокковий конвеєр URL: <https://agrokit.com.ua/ua/p694113067-skrebkovyj-konvejer.html>
6. Вібраційний конвеєр URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Вібраційний_конвеєр
7. Пластинчастий конвеєр URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Пластинчастий_конвеєр
8. Елеватор (вантажопіднімальний пристрій) URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Елеватор_\(вантажопіднімальний_пристрій\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Елеватор_(вантажопіднімальний_пристрій))
9. Пневмонавантажувачі зерна URL: <https://www.mhm-ukraine.com/produksiya/tekhnika-dlya-perevalki-zernovykh/mobilnye-pnevmonkonvejery/prim>
10. Сигналізатор рівня мембранний URL: <https://elektrologistik.com.ua/ua/p1269134070-signalizator-rivnya-membrannij.html>
11. Пневмонавантажувач зерна BGSD 130 URL: <https://neuro-ukraina.com.ua/goods/pnevmonavantazhuvach-zerna-bgsd-130/>
12. Принцип роботи пневмотранспортера URL: <https://dozameh.com/products/pnevmotransporter/>
13. Детальна інформація по 3GBP201410-BDK URL: <https://new.abb.com/products/3GBP201410-BDK/3gbp201410-bdk>

14. Siemens LOGO! 12/24RCE URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=6ED1052-1MD08-0BA1>
15. LOGO! - краса в деталях. URL: <https://www.siemens.com/ua/uk/produkty/avtomatyzatsiya-promyslovosti/systemy-avtomatyzatsiyi/systemy-promyslovoyi-avtomatyzatsiyi-simatic/plc-kontrolery-simatic/lohichnyy-modul-logo.html>
16. Логічні модулі LOGO! URL: https://prongroup.com.ua/wp-content/uploads/PDF_catalog/LOGO!_catalog.pdf
17. Плавний пуск Siemens Sirius 3RW44 URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/ru/ru/Catalog/DatasheetDownload?downloadUrl=teddatasheet%2F%3Fformat%3DPDF%26call%20er%3DMall%26mlfbs%3D3RW4425-1BC44%26language%3Dru>
18. Витратомір для сипучих продуктів фірми REMBE. URL: <https://prizma.com.ua/potochnyj-rasxodomer-rembe-c-lever>
19. Nickel IB C-LEVER®: інструкція з експлуатації. URL: <https://prizma.com.ua/files/Bedienungsanleitung%20CL+EVA.%20teil%201.pdf>

ДОДАТКИ

1. ANALYTICAL PART

1.1 Research on grain transportation methods

Three main types of devices are used to transport grain over short distances: conveyors, elevators (norias) and pneumatic loaders. To choose the best option, it is necessary to familiarize yourself in detail with each of these devices, their varieties, as well as analyze their advantages and disadvantages. Let's start with conveyors, which are divided into screw (screw), belt, roller, vibrating and plate, scraper.

Screw conveyors (screw) are transport systems that are capable of providing closed grain movement in a horizontal and inclined position (up to 60°). They are used in situations where it is necessary to transport large volumes of bulk materials within one technological process. Screws are suitable for moving loose, dusty and powdery materials. They provide transportation of materials over a distance of up to 50 meters horizontally and up to 15 meters vertically, with a capacity of up to 190 t/h.

The diameter of the screw is usually from 100 to 600 mm, and the speed is from 10 to 120 revolutions per minute. However, screws are not recommended for moving sticky, highly abrasive materials or those that have the property of compacting.

Screw conveyors can also perform the functions of feeders, batchers or mixers. For mixing materials, differential screws are used, where the screws of two adjacent mechanisms rotate in opposite directions.

In the agricultural industry, screw conveyors are used to transfer grain from trucks or grain trucks to storage facilities. They can be driven by an electric motor, a tractor power take-off mechanism or an internal combustion engine. Specialized screws with a small diameter are often used to fill seed drills with grain. Such devices are usually called "pencil screws", despite their purpose.

The main advantages of screw conveyors are:

- simplicity of design and ease of maintenance;

- compactness, when compared with other transport devices (for example, belt and plate conveyors) with similar performance;
- tightness, which allows transporting hot, dusty or toxic materials;
- the possibility of convenient intermediate unloading.

Among the disadvantages of screw conveyors, it is worth noting:

- significant abrasion and crushing of materials;
- high energy consumption;
- rapid wear of the chute and screw.

The screw conveyor is shown in Fig. 1.1.

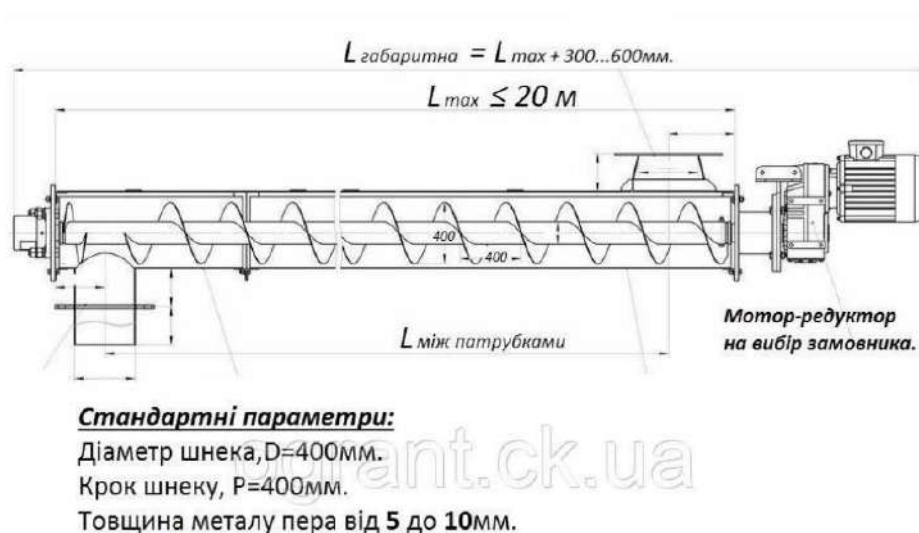


Figure 1.1 – Screw conveyor

A roller conveyor is a conveying device in which loads (single or in containers) are moved by rollers located at a fairly short distance from each other. Since this type of conveyor is not intended for moving unpackaged grain, its detailed consideration is not appropriate.

A belt conveyor is a mechanical device for transporting loads that uses a moving belt as a working element. The belt is usually made of various materials, such as rubber, fabric or metal, and moves on rollers or drums. Such a conveyor is widely used in various industries, including industry, mining, warehouses and retail outlets to move materials, products or goods over short or medium distances.

The components of a belt conveyor include: a conveyor belt, a drive, a frame with roller supports, as well as a loading and tensioning device. Also, belt catchers, cleaning and loading mechanisms and other auxiliary elements are installed on belt conveyors.

The belt conveyor drive includes an electric motor, a gearbox, couplings, a brake and a drive drum (or several drums). There are different drive schemes depending on the number and location of the drums. The conveyor frame is equipped with rigid or hinged roller supports.

The loading device has the form of a receiving funnel with guide sides for controlling the flow of material. The tensioning device is a drum electric winch.

In the mining industry, belt conveyors are used to transport large minerals from quarries on lifts. The power of the drive electric motors is from 1200 to 3000 kW, their productivity can reach 6000 t/h, the width of the conveyor is 1600–2000 mm. In general, the productivity of such conveyors can reach 30 thousand t/h, the length of one conveyor varies from several meters to 10–15 km, and the maximum angle of inclination usually does not exceed 16–18°.

A scraper conveyor is a mechanism for transporting materials, consisting of a moving belt or chain, on which scrapers or blades are mounted. These elements move along a channel and move bulk materials, ore, coal, slag, raw materials and other loads over short distances or at a certain angle. Scraper conveyors are used in industry, including mines, metallurgical plants and sorting lines for efficient transportation of materials.

The movement of the chains is provided by a powerful electric gear motor.

This type of conveyor can be used in various operating conditions. Due to its manufacture of wear-resistant and durable materials, the scraper conveyor ensures stable and uninterrupted operation for a long period.

A vibrating conveyor is a type of conveyor equipment that uses vibration to move materials. It consists of a working platform or chain that vibrates, causing the load to move across the surface. Vibrating conveyors are often used to transport loose or fine materials such as sand, grain, slag or metal parts in various industries, including the food, chemical, pharmaceutical and mining industries. A plate conveyor is a type of conveyor

equipment that consists of a plate belt used to transport loads. This type of conveyor has a series of interconnected metal or plastic plates that move on guides. Plate conveyors are capable of transporting large loads such as packages, wood, metal parts and are also used to move heavy and bulky materials. They are widely used in industrial, construction and warehouse processes where it is necessary to transport heavy or non-standard loads.

Key advantages of a plate conveyor: the ability to transport abrasive mining materials along curved paths with small radius curves; reduced number of supports for movement and reduced energy consumption compared to scraper conveyors; the ability to install additional drives that allow you to increase the length of the conveyor belt.

Key disadvantages are high metal consumption, complex design of the plate web, difficulties in cleaning sticky and wet rock, as well as deformation of the plates during operation, which in turn can lead to scattering of small fractions.

The plate conveyor is shown in Fig. 1.2.

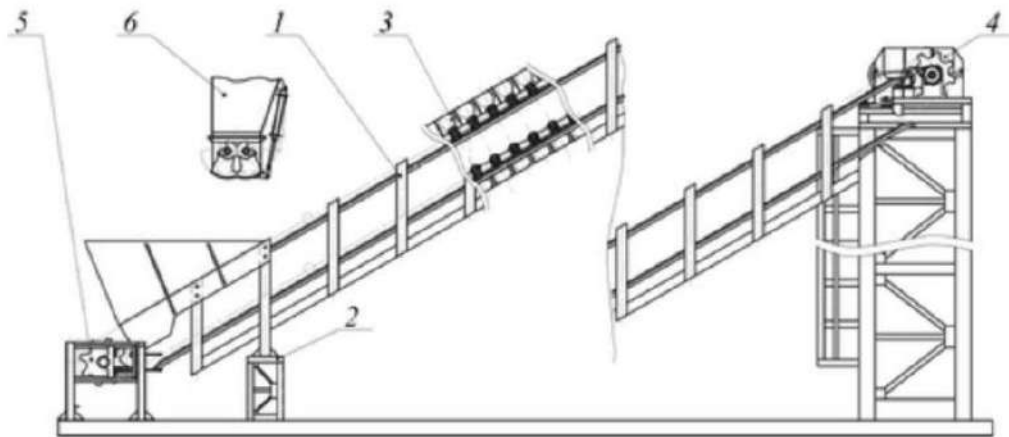


Figure 1.2 - Plate conveyor: 1 - inclined section; 2 - additional support; 3 - deck; 4 - drive station; 5 - tension station; 6 - hopper.

Elevator - is a machine for continuous lifting of bulk cargo in a vertical or steeply inclined (over 60°) direction to the horizon using buckets, which are fixed at regular intervals on the belt.

Different types of elevators are used: bucket, shelf and cradle. The design of the elevator includes a traction element, which can be represented by two chains or a belt, to

which transport containers are connected. The endless traction element wraps around the drive and tension elements, such as sprockets or drums, fixed on a metal structure.

The goods are loaded into the elevator tank through the lower part - the shoe, where they enter through an inclined chute. Unloading occurs when the buckets pass through the upper sprockets or drums, when the cargo is fed to the unloading pipe and then moved to the bunker or other vehicles.

In addition, there are dewatering elevators, in which, during the lifting of moistened goods, water is removed from the buckets through special holes.

Bucket elevators are used for lifting goods vertically or lifting at a large angle (over 60°) of bulk goods, such as dusty, granular and lumpy materials. Shelf and bucket elevators are used for lifting goods vertically (for example, parts, boxes) with intermediate loading and unloading. Bucket elevators are used in enterprises of various industries, in warehouses, bases and in shops, while shelf and cradle elevators are often used as mobile racks for storing products. A vertical belt bucket elevator is shown in Fig. 1.3.

The scheme of a vertical belt bucket elevator is shown in Fig. 1.3.

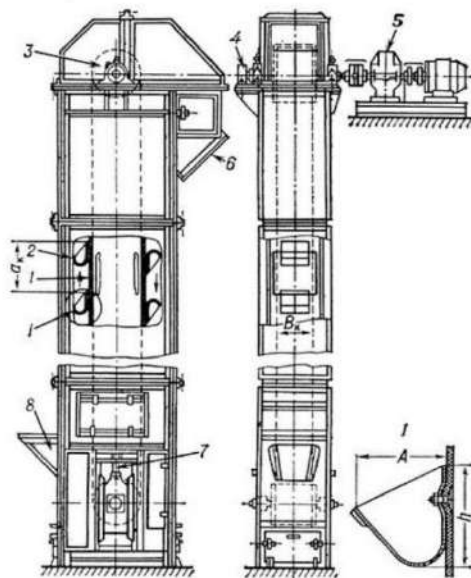


Figure 1.3 - Vertical belt bucket elevator: 1 — traction body; 2 — bucket; 3 — drive drum; 4 — brakes; 5 — drive; 6 — discharge pipe; 7 — tensioner spindle; 8 — loading pipe.

A shelf elevator (Fig. 1.4, a) is a mechanism for transporting loose or large loads that uses chains with shelves attached to them. These shelves lift the material along a vertical axis, passing through various sprockets (traction and tension), which ensure the movement of the chain. Loading takes place at the bottom of the elevator, and unloading at the top, with the cargo being unloaded by tipping the shelves. Shelf elevators are often used to move grain, feed, and other similar cargo.

A bucket elevator (Fig. 1.4, b) is a type of material handling mechanism that uses movable buckets or baskets that rise along a vertical channel. The buckets are attached to a chain or steel cable and are moved by traction sprockets or drums. Such an elevator is designed to transport loose materials such as coal, grain, cement, etc., as well as large loads that can be placed in the buckets.

The loading of materials into the buckets is carried out manually or automatically, and unloading is carried out through an upper or lower discharge pipe. Bucket elevators are often used in mines, on elevators and in other industries for the vertical transport of heavy or loose loads.

Vertical double-chain elevators are shown in Fig. 1.4.

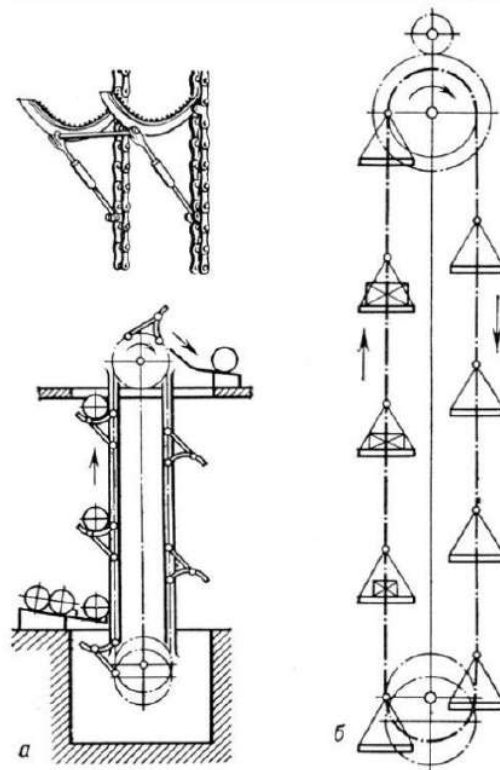


Figure 1.4 - Schemes of vertical double-chain elevators for piece goods: a - shelf;
b - bucket.

A pneumatic loader (pneumatic conveyor, pneumatic conveyor) is one of the most versatile types of equipment that uses compressed air to move materials, such as grain, bulk materials, or other products, through pipes or channels in transportation systems. It works on the basis of pneumatic transport, where compressed air helps to move materials over considerable distances. This type of loader is often used in agriculture, industry, and various logistics processes for the convenience and efficiency of transporting goods in difficult conditions.

Pneumatic loaders have become widespread in various sectors of the world economy. Evaluating the economic performance and production potential of various mechanisms for transporting products, entrepreneurs are increasingly choosing pneumatic loaders to optimize the operation of agricultural and cargo handling enterprises.

According to the principle of forming a directed air flow, two types of such products are distinguished:

Suction-discharge pneumatic loaders are a type of pneumatic loaders that work on the principle of creating a pressure difference to move the material. They are equipped with two main elements: suction and discharge pipelines.

- Suction process: the material is sucked through a pipe or hose, where a negative pressure is created that allows the material to be "sucked" from the loading area.
- Discharge process: after the material enters the system, air is supplied under high pressure, which carries it to a given unloading point.

This type of loaders is often used to move loose or granular materials such as grain, coal, flour, cement. They are effective for transportation over long distances and in confined spaces.

Discharge pneumatic loaders are a type of pneumatic loaders in which the material is moved using air supplied under high pressure. They work on the principle of creating excess pressure, which forces air into a pipeline or hose through which material is moved from one place to another.

In such systems, the material is fed into a stream of air that travels through pipes to the unloading point. Pneumatic conveyors are used to transport bulk materials over

relatively short distances, often for loading and unloading containers, silos, or other containers. They are well suited for handling light or fine materials such as powders, grains, or fine sand.

Pneumatic conveyors are divided into two groups based on the installation method:

- Mobile pneumatic conveyors - these devices can change their location depending on the need, which allows them to be used in different areas or for different tasks. They are equipped with wheels or other means of movement.

- Stationary pneumatic conveyors - these conveyors are installed in a specific location and are used to transport materials within a specific area or production process. They are more stable and reliable for performing long operations in one location.

A pneumatic grain conveyor is a specialized unit designed for loading grain crops. Its design includes engineering solutions aimed at optimizing all stages of handling:

The pneumatic grain loader includes engineering solutions aimed at optimizing all stages of handling, such as:

- Loading - efficient introduction of grain into the system using special loading pipelines or hoses, ensuring minimal loss and damage to the material.

- Transportation - organization of grain supply using air flow, which allows it to be moved over long distances with high productivity.

- Unloading - ensuring accurate and fast unloading of grain into the required containers, such as silos or transport vehicles, with the possibility of automatic process control.

- Process control - using automated systems to monitor and regulate parameters such as transportation speed, air pressure and the amount of material being fed.

- Energy saving - optimizing energy consumption by using efficient compressors, pumps and fans to ensure minimal energy consumption with high productivity.

These solutions help reduce costs, increase efficiency and safety when working with grain.

1.2 Overview of automation devices in grain conveyors

Automation in grain transportation devices is used to ensure efficient and safe transportation of material, as well as to automate all processes related to the control and monitoring of the operation of conveyors. It includes various devices and systems that provide control, regulation and management of the parameters of grain conveyors.

In the grain processing industry, in particular, on elevators, sensors are used, the same as on conveyors. These devices control the speed of the conveyor belt and can signal emergency situations, such as belt breakage or overloading of the transportation equipment. Also, emergency "Stop" buttons, chain breakage, speed sensors, and thrust are mounted on conveyors. In elevators, a belt slip sensor is installed instead of a breakage sensor. Additionally, end stops for opening the covers can be installed.

The speed sensor is usually a standard inductive sensor located at the tensioning station to monitor the absence of a chain break and/or if the conveyor is controlled by a frequency converter to monitor the rotation speed.

The chain break sensor is installed as an additional element to increase the level of safety in the event of a speed sensor failure. It usually has a mechanical part that interacts with a capacitive or inductive sensor using a blade.

Depending on the type of break sensor, a support sensor can also be made, using a capacitive or inductive sensor, or in the form of a membrane sensor. The most common membrane sensor is the SUM-1, which is shown in Fig. 1.5.



Figure 1.5 – Membrane sensor SUM-1

In essence, the SUM is a standard button with a membrane coating. The grain, under the influence of its mass, presses on the membrane, which, in turn, opens or closes the contacts (in accordance with the technical requirements).

A belt deviation sensor is a device used to detect the displacement or shift of the belt from the working trajectory. It usually operates on the basis of the inductive or capacitive principle, responding to a change in its position relative to the installed sensors or the approach of the belt to the housing. Such a sensor provides timely notification of belt deviation, which allows preventing its damage or stopping the equipment.

Temperature transducers are used as temperature measuring devices, for example, the SITRANS TF2 temperature transducer, which is shown in Fig. 1.6.



Figure 1.6 – SITRANS TF2 Temperature Transmitter

Used to indicate and monitor the measured temperature in the installation area. SITRANS TF2 is a temperature measuring device that has several important features:

- Two design options: axial and radial, which allows you to choose the most suitable version depending on the operating conditions and measurement accuracy requirements.
- High accuracy: the device provides accurate temperature measurement, which makes it ideal for industrial applications.
- Wide temperature range: SITRANS TF2 can be used to measure temperatures in a wide range (from -50 to $+200$ ° C), which allows it to be used in various industries, from the food to the chemical industry.
- Ease of installation: thanks to different design options, the device can be easily installed in different conditions, ensuring convenience and speed of installation.
- Reliability: designed to work in difficult production environments, it is characterized by high resistance to mechanical and temperature influences.
- Modularity: the device can be adapted to specific user requirements, allowing it to be used in various automation systems.

These features make SITRANS TF2 an effective tool for accurate and reliable temperature measurement in industrial processes.

The external temperature sensor is powered by a DC source, which results in a voltage drop proportional to the temperature. This voltage drop is converted into a digital signal using an analog-to-digital converter (A/D). In the microcontroller, this signal is linearized and processed according to the data stored in the EEPROM. After processing, the values are displayed. Additionally, these values are transformed into a linear current signal IA (4 ... 20 mA) via a digital-to-analog converter (D/A) and a voltage/current converter (U/I).

Two LEDs (LEDs) are located on the display to monitor the measurement range and status: the green LED indicates that the measured temperature is within the set limit values. The red LED is activated when the temperature exceeds the set values or an error occurs.

To determine the level in the automation system, level measuring devices are used, for example, Vegapuls SR 68, which is shown in Fig. 1.7.



Figure 1.7 – VEGAPULS SR 68 level transmitter

The VEGAPULS SR 68 level transmitter is a non-contact level measuring device that uses radio frequency waves (microwave principle). It is designed to determine the level of materials in various tanks and containers.

Features of VEGAPULS SR 68:

- Non-contact measurement – no contact with the measured material, which avoids wear and contamination.
- High accuracy – provides accurate level readings even under difficult conditions such as vapors or dust.
- Wide range of applications – suitable for level measurement in liquid, pasty and bulk materials.
- Resistance to aggressive media – thanks to its robust design, it can be used in a variety of industrial environments.
- Easy to set up and operate – intuitive setup and the ability to integrate into automated systems.

This level transmitter is ideal for use in the chemical, food, pharmaceutical and other industries.

To measure humidity in the automation system, moisture meters are used, for example, the Stego CSS 014, which is shown in Figure 1.8.



Figure 1.8 – Stego CSS 014 Humidity Sensor

The Stego CSS 014 is a temperature control device designed for use in electrical and electronic cabinets or boxes. It uses fans to regulate the temperature inside the equipment, ensuring optimal conditions for the operation of electronic components.

Key features of the Stego CSS 014

- Temperature control — automatically maintains the set temperature inside the cabinet or box, which is important for ensuring the smooth operation of sensitive electronic devices.
- Low noise level — equipped with quiet fans that ensure minimal noise during operation.
- Robust housing — has a stable design that allows the device to be used in various production and technical conditions.
- Energy efficiency — optimized ventilation system that allows for effective management of energy consumption with minimal energy costs.
- Wide range of applications — suitable for use in industrial cabinets, servers, electronic boards, where it is important to maintain a certain temperature regime for normal operation of the equipment.

Stego CSS 014 is a reliable solution for temperature control and maintaining a stable microclimate in various drying, smoking and refrigeration chambers, vegetable and grain storages, including unheated rooms with difficult temperature conditions.

1.3 Analysis of equipment for visualizing the state of processes

Devices for visualizing the state of processes can have a variety of designs, in different versions. For simple tasks, they may not be available. The simplest display device can be a light bulb that indicates the absence or presence of voltage. In more complex systems, it is advisable to use LCD displays, which can be remote or built into the controller. In even more complex systems, SCADA is used.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) is an automated control system designed to monitor and control industrial processes in real time. This system

allows you to collect, process and visualize data from various sensors and devices, as well as remotely control and adjust equipment parameters.

Main functions of SCADA:

- Monitoring - the system constantly monitors the state of technological processes, collecting data from measurement fields (sensors, meters, etc.).
- Control - allows operators to remotely control equipment, adjust process parameters and execute commands.
- Data analysis — SCADA system analyzes collected data, which allows to detect anomalies, predict problems and improve process efficiency.
- Automation — automatic execution of operations according to specified algorithms without human intervention.
- Visualization — provides the operator with a convenient interface for displaying information about processes, often in the form of graphs, charts, tables or diagrams.

SCADA is widely used in various industries, such as energy, water supply, oil and gas industry, as well as in transport and production systems to ensure effective management and monitoring. SCADA can be part of an environmental monitoring system, APCS, building automation, ASKOE, scientific research, etc.

The concept of "SCADA" has two main meanings. The most common interpretation is a software package designed to develop or ensure the real-time operation of systems for collecting, processing, displaying and archiving information about a monitored or controlled object. However, sometimes a SCADA system is understood as a software and hardware complex, which is more inherent in telemetry.

Додаток Б

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за матеріалами X Всеукраїнської науково-практичної конференції
**«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:
ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»**
20 грудня 2024 року



Полтава 2024

УДК 004.89 + 681.51

Збірник наукових праць за матеріалами X Всеукраїнської науково-практичної конференції «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика», 20 грудня, 2024 р. / Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Редколегія: О.В. Шефер (головний редактор) та ін. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024. – 124 с.

У збірнику представлені результати наукових досліджень та розробок в області сучасних електромеханічних систем та автоматизації, електричних машини і апаратів, моделювання та методів оптимізації, енергозбереження в електромеханічних системах, управління складними технічними системами, проблем аварійності та діагностики в електромеханічних системах та електричних машинах, інформаційно-комунікаційних технологіях та засобах управління. Призначений для наукових й інженерно-технічних працівників, аспірантів і магістрів.

Матеріали відтворено з авторських оригіналів та рекомендовано до друку IX Всеукраїнської науково-практичної конференції «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика». Редакція не обов'язково поділяє думку автора і не відповідає за фактичні помилки, яких він припустився.

Відповідальний за випуск - д.т.н., професор О.В. Шефер.

Редакційна колегія:

О.В. Шефер – головний редактор, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

Н.В. Єрмілова – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

С.Г. Кислиця – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Б.Р. Боряк – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

**© Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**

ЗМІСТ

М.О. Бікченасєв, Б.Р. Боряк АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНО-КЕРОВАНОВОГО РАДІО.....	8
В.В. Руденко ОГЛЯД СТАНДАРТУ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ LORAWAN	11
К.К. Брижак, А.С. Войтенко, С.В. Польцер, С.Г. Кислиця ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ГЕОТЕРМАЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ.....	14
А.М. Капітон, О.С. Дзюбан, Р.М. Талибов ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЙ КОНТЕЙНЕРИЗАЦІЇ.....	16
О.С. Фомін ШИРОКОСМУГОВИЙ СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТИ.....	18
Д.В. Кислиця, Г.М. Кожушко, С.Г. Кислиця ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОМФОРТНОЇ БЛИСКОСТІ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ЗІ СВІТЛОДІОДНИМИ СВІТИЛЬНИКАМИ.....	19
О.С. Фомін ШИРОКОСМУГОВИЙ АДАПТИВНИЙ ДЖАММЕР ДЛЯ КОМЕРЦІЙНИХ ДРОНІВ.....	21
О.А. Іванов, Н.В. Єрмілова КОНТРОЛЬ СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ В СОНЯЧНІЙ ПАНЕЛІ.....	22
О.В. Шефер, О.Г. Дрючко, С.С. Удовик З'ЯСУВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ Й ОБЛАСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ВІДДАЛЕНОГО УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ ОБ'ЄКТАМИ.....	24
Л.І. Леві, Б.В. Качуровський СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО КЕРУВАННЯ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВИМИ ВОДАМИ.....	28
В.О. Малород, Р.В. Захарченко, А.І. Криворот, П.Б. Митрофанов СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО НАПРЯМКІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АЗОТНОЮ СТАНЦІЄЮ.....	30
В.О. Тітов, Н.В. Єрмілова МОДЕРНІЗАЦІЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ 110/10 кВ З ЖИВЛЯЧОЮ ПОВІТРЯНОЮ ЛІНІЄЮ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ.....	33

В.О. Пантєлєєв ІНТЕГРОВАННИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВНУТРІШНІХ ІНЦИДЕНТІВ.....	35
С.В. Індик, В.В. Панич ПРОЄКТУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ.....	37
М.В. Обілець, Р.В. Захарченко ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВОСТОРОННІХ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ НА ПРАКТИЧНОМУ ДОСЛІДІ.....	39
А.В. Марчук СЕРВІСИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ З ОБ'ЄКТНИМИ ХМАРНИМИ СХОВИЩАМИ.....	41
О.С. Марченко, В.М. Галай РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕВАТОРОМ.....	43
О.В. Шефер, В.І. Романенко ПОБУДОВА СЕНСОРНОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВИТОКУ ГАЗУ З ГАЗОПРОВОДУ.....	45
І.М. Дюдюк, О.С. Фомін УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ ЗА ДОПОМОГОЮ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ З ПІДВИЩЕНОЮ ЗАВАДОСТІЙКІСТЮ.....	47
О.В. Шефер, С.В. Мигаль ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ 5G ТА 6G В КОНТЕКСТІ СПОЖИВЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	49
О.Г. Дрючко, О.В. Сухоребрий, О.О. Куденко ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ТРАКТУ OTN DWDM.....	51
С.Г. Кислиця, С.І. Демус РОЗВИТОК МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ МАЙБУТНЬОГО ПОКОЛІННЯ.....	54
О.В. Шефер, І.П. Плюйко, Я.О. Зоць ПРИНЦИПИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІД ЗОВНІШНІХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВПЛИВІВ.....	56
С.Г. Кислиця, Н.М. Слепченко ЗАСОБИ АНАЛІЗУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	58
С.С. Удовик ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ Li-Fi ДЛЯ ПОБУДОВИ БЕЗПРОВОДОВОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА.....	60

<i>I. Silin, V. Lysechko</i> MODELS FOR DESCRIBING THE CONDITIONS OF RADIO WAVE PROPAGATION INSIDE BUILDINGS.....	62
<i>С.В. Індик, В.О. Михайленко</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ІР ТЕЛЕФОНІЇ.....	63
<i>М.М. Губіцький</i> МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА МЕХАНІЗМУ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ЦЕГЛИ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА.....	64
<i>С.Г. Кислиця, А.І. Остапенко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ СИНХРОННИМ ДВИГУНОМ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ.....	66
<i>О.Г. Дрючко, Б.С. Гребенюк, Д.А. Погрібняченко, Д.О. Феценко, Р.А. Белей</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФІЗИЧНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ОПТИЧНИХ СИГНАЛІВ.....	68
<i>В.М. Галай, Д.П. Плешкань</i> РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО СОРТУВАННЯ ПОСИЛОК.....	72
<i>А.В. Марчук</i> ВИКОРИСТАННЯ СИМУЛЯТОРА AWS СЕРВІСІВ LOCALSTACK ДЛЯ НАВЧАННЯ РОБОТІ З ХМАРНИМИ СЕРВІСАМИ ТА ІНФРАСТРУКТУРОЮ.....	74
<i>А.М. Капітон, Р.М. Талибов, О.С. Дзюбан</i> ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ..	76
<i>Є.О. Мельник</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ФРЕЗЕРУВАННЯ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ З ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ....	78
<i>С.Г. Кислиця, Є.В. Вітченко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ГІДРОАГРЕГАТУ МІНІ-ГЕС.....	79
<i>О.В. Шефер, А.В. Пащенко</i> ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ У ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСАХ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА.....	81

О.Г. Дрючко, Н.В. Бунякіна, І.А. Штанько, М.Ю. Першін, М.В. Качан З'ЯСУВАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ УСТАНОВКИ КОМПЛЕКСНОЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ.....	83
Е. V. Kyslytsia, O. B. Petryaeva MANAGEMENT SKILLS OF A HEALTHCARE FACILITY MANAGER IN THE CONTEXT OF TREATING PATIENTS WITH COMBAT INJURIES.....	85
С.Г. Кислиця, А.С. Боровик НАДІЙНІСТЬ ДУБЛЬОВАНОЇ МЕРЕЖІ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО УПРАВЛІННЯ.....	87
А.М. Федоренко МОДЕЛЬ НАЗЕМНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ УСУНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ У ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ.....	89
С.С. Голубцов ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА СИСТЕМИ КІБЕРБЕЗПЕКИ В ІТС ПОЛЬОВИХ ВУЗЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ПУ РІЗНИХ ЛАНОК УПРАВЛІННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ.....	90
С.В. Волоський, М.А. Штомпель АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ ТРИВАЛИХ ВІДКЛЮЧЕНЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	92
П.В. Соловійов, Л.О. Токар ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ АДАПТИВНОЇ БАЗОВОЇ КЛАСТЕРІЗАЦІЇ У МЕРЕЖІ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ VANET.....	94
О. Sokolov INTELLIGENT ROUTING IN AD HOC NETWORKS USING NEURAL NETWORKS.....	97
Л.І. Леві, М.О. Шеремет ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСТОТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПРИВОДОМ КОМПРЕСОРІВ.....	100
С.Г. Кислиця, А.О. Ткаченко РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ СКРУЧУВАННЯ.....	102
О.В. Шефер, О.С. Ястреба, О.С. Педченко АНАЛІЗ ЧИННИКІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗОВНІШНІХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ У ВНУТРІШНЬОМУ ПРОСТОРІ БПЛА.....	104

О.І. Євдоченко ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ КОДІВ РІДА – СОЛОМОНА.....	106
Є.М. Заніздра АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ТА РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ ДЛЯ ТЕПЛООВОГО ВУЗЛА КОРПУСУ.....	107
С.Г. Кислиця, І.О. Вишневський РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ І ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В ВЕНТИЛЬНОМУ ІНДУКТОРНИ ДВИГУНІ.....	109
І.О. Єндіяров, Н.В. Єрмілова РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТУ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОМУНАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ.....	112
С.Г. Кислиця, Р.М. Ковган ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ БАГАТОМОТОРНОГО ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНОВОГО ШАРОВОГО КОНВЕЄРУ.....	114
О.А. Мешко, Н.В. Єрмілова РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЗАЗЕМЛЕННЯ ДЛЯ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	116
В.В. Пушкарь СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВЕРСТАТІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ПРИ ОБМЕЖЕННЯХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	118
О.М. Федоренко РОЗРОБКА МАНІПУЛЯТОРА ДЛЯ НАЗЕМНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ.....	119
А.О. Говтяниця, Б.Р. Боряк АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНО-КЕРОВАНОВОГО РАДІО.....	120

і OCI Events використовують для керування, потокової обробки та маршрутизації подій між хмарними сервісами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Amazon S3*. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://aws.amazon.com/s3/?nc2=h_ql_prod_fs_s3 (дата звернення: 01.12.2024). – Назва з екрана.

2. *Oracle Cloud Storage*. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oracle.com/ua/cloud/storage/> (дата звернення: 01.12.2024). – Назва з екрана.

3. *AI and machine learning product*. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cloud.google.com/products/ai> (дата звернення: 01.12.2024). – Назва з екрана.

4. *Azure AI Services*. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://azure.microsoft.com/en-us/products/ai-services> (дата звернення: 01.12.2024). – Назва з екрана.

INTELLIGENT DATA PROCESSING SERVICES FOR INTEGRATION WITH CLOUD OBJECT STORAGE

A. Marchuk, PhD, Senior Lecturer

Kharkiv National University of Radio Electronics

УДК 65.011.5:633.1

О.С. Марченко, магістрант,

В.М. Галай, к.т.н., доцент

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕВАТОРОМ

В умовах сучасного агропромислового виробництва автоматизація процесів транспортування зернових культур в зернохосовищах є актуальною та важливою задачею, спрямованою на оптимізацію виробничих процесів, збільшення продуктивності та підвищення якості зберігання продукції сільського господарства. Ефективне управління цими процесами вимагає розробки та впровадження сучасних технологій автоматизації, які б забезпечували точність, швидкість та безпеку виконання робіт.

Враховуючи швидкий технологічний прогрес та зростання вимог до якості зберігання зерна, розробка ефективних та інтегрованих систем автоматизації стає актуальною задачею, що вимагає комплексного дослідження та інженерних рішень [1].

В роботі поставало завдання провести розробку системи автоматичного навантаження потрібної кількості зерна для забезпечення швидшого

навантаження, а також знизити до мінімуму випадки перевантажень або недовантажень. Є три основні пристрої транспортування зерна на короткі відстанні: конвеєр, елеватор (далі норія), та пневматичний навантажувач.

З усіх вищезгаданих способів транспортування зерна, мною було обрано пневматичне транспортування зерна, так як воно дозволяє системі бути більш гнучкою і забирати зерно з найбільш важкодоступних місць, що якраз і потрібно по поставленій задачі.

Пневматичний навантажувач – один із найбільш універсальних типів обладнання, що дає можливість дуже гнучко реагувати на зміни умов перевантаження та оперативно організовувати різні технологічні лінії.

У його конструкції реалізовані інженерні рішення, що орієнтовані на оптимізацію всіх аспектів процесу перевалки

- Пневмонавантажувачі дають змогу найбільш ефективно здійснювати розвантаження силосів, складів підлогового зберігання, глибоких трюмів. Вони спроможні переміщати великі обсяги зернових, у тому числі у вертикальному напрямку, на дистанцію до 100 м.

- Він забезпечує максимальне збереження сировини. Вантаж не контактує з лопатями вентилятора, переміщення відбувається дбайливо, без руйнування насіння. У процесі транспортування можна проводити додаткове очищення збіжжя від сторонніх домішок.

- Пристрій має замкнену трасу для вантажу, що дає змогу мінімізувати втрати від просипу, майже повністю унеможливити забруднення довкілля дрібнодисперсним пилом. Модульна конструкція дозволяє варіювати довжину транспортної труби [2].

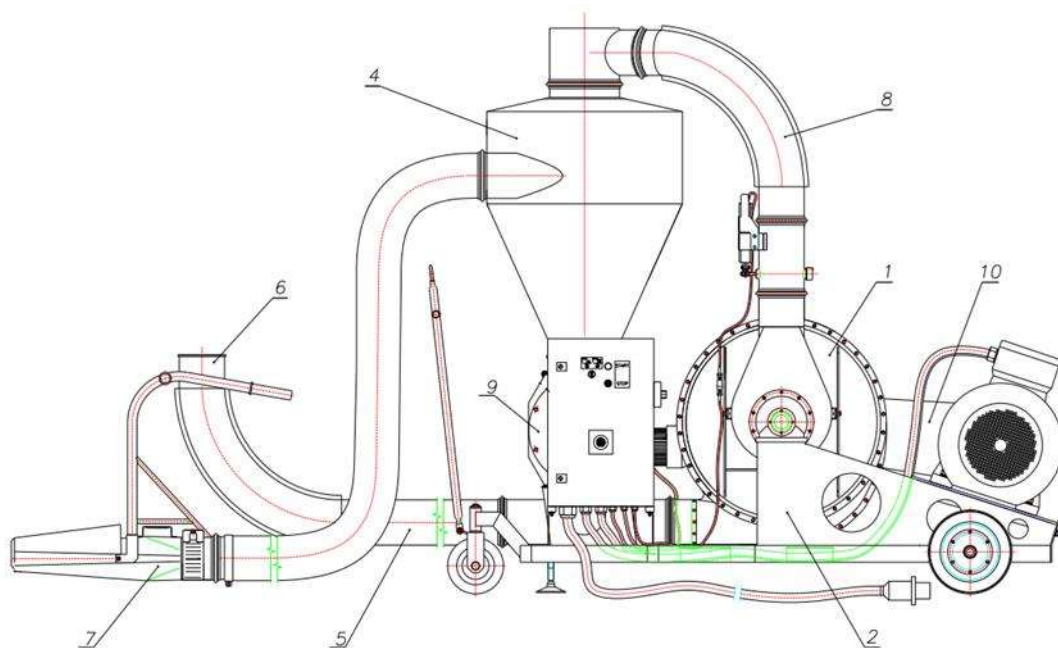


Рис. 1. Пневматичний транспортер

1 - вентилятор; 2 - шасі; 3 - дозатор; 4 - циклон; 5 - труба; 6 - коліно;
7- сопло зі шлангом; 8 - трубний з'єднувач з колектором; 9 – шафа керування;
10 – двигун.

Для розробки системи автоматичного керування елеватором було проведено: аналіз пристроїв, способів, особливостей транспортування зерна; актуальності такої системи. Було обрано приводний двигун, контролер, засоби автоматики.

На основі усієї інформації було проведено розробку системи автоматизації пневматичного пересипання зерна на основі Siemens LOGO. Була створена схема підключення елементів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Елеваторна промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. Т. П. Фесун] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. – 180 с.*

2. *Пневмонавантажувачі зерна [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.mhm-ukraine.com/produktsiya/tehnika-dlya-perevalki-zernovykh/mobilnye-pnevmokonvejery/prim>.*

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR AN ELEVATOR

O. Marchenko, Master's Student,

V. Halai, PhD, Associate Professor

National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

УДК 621.34

О.В. Шефер, д.т.н., професор,

В.І. Романенко, магістрант

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ПОБУДОВА СЕНСОРНОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВИТОКУ ГАЗУ З ГАЗОПРОВОДУ

Магістральні газопроводи є найбільш капіталомісткими спорудами нафтогазового комплексу, а продовження їхнього функціонування забезпечує величезний вигаш для економіки країни. Однією з найважливіших проблем газопровідного транспорту є збереження нормального стану лінійних ділянок промислових та магістральних газопроводів. Як правило, найчастіше дефекти на газопроводі з'являються в результаті корозії і рідше через механічні дії.

Визначення місця корозії та пошкоджень завжди пов'язані з великими труднощами та матеріальними витратами. Тому актуальним є завдання моніторингу технічного стану підземних та надземних промислових, магістральних газопроводів за допомогою сенсорних телекомунікаційних систем.

Архітектура такої системи складається із трьох основних рівнів (рис. 1), клієнтський, серверний та рівень бездротових модулів (БМ).

Міністерство освіти та науки України

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

**Розроблення та дослідження системи
автоматичного керування елеватором**

Кваліфікаційна робота магістра

Виконав:

Студент 601МЕ групи

Марченко О.С.

Керівник:

доцент, канд. техн. наук

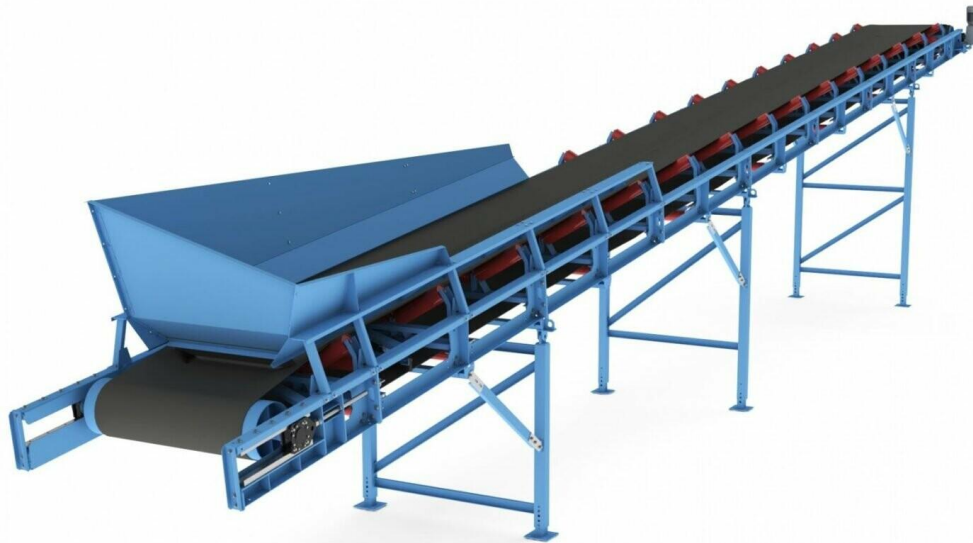
Галай В.М.

Метою даної роботи є створення системи автоматичного навантаження потрібної кількості зерна для забезпечення швидшого навантаження, а також зниження до мінімуму випадків перевантажень або недовантажень. Для виконання поставленої мети в роботі необхідно виконати наступні завдання:

- провести аналіз способів транспортування зерна;
- провести вибір силових елементів та засобів автоматики;
- розробити програми керування пневмотранспортером.

Об'єкт дослідження – Процес управління навантаженням зерна

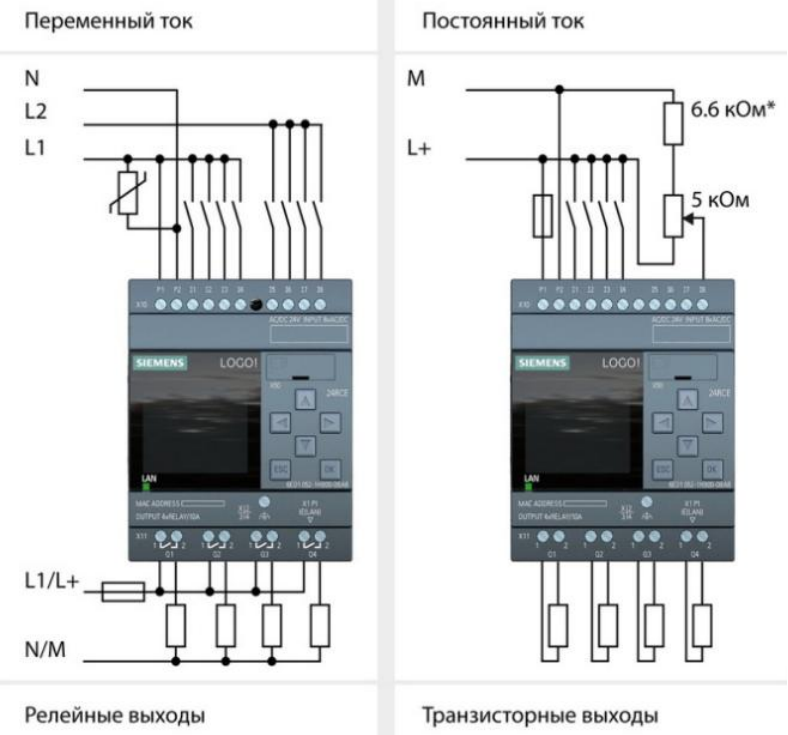
Предмет дослідження – Система керування пневмонавантажувача зерна на базі існуючих контролерів.



пристрої транспортування зерна



пристрої автоматики в транспортерах зерна

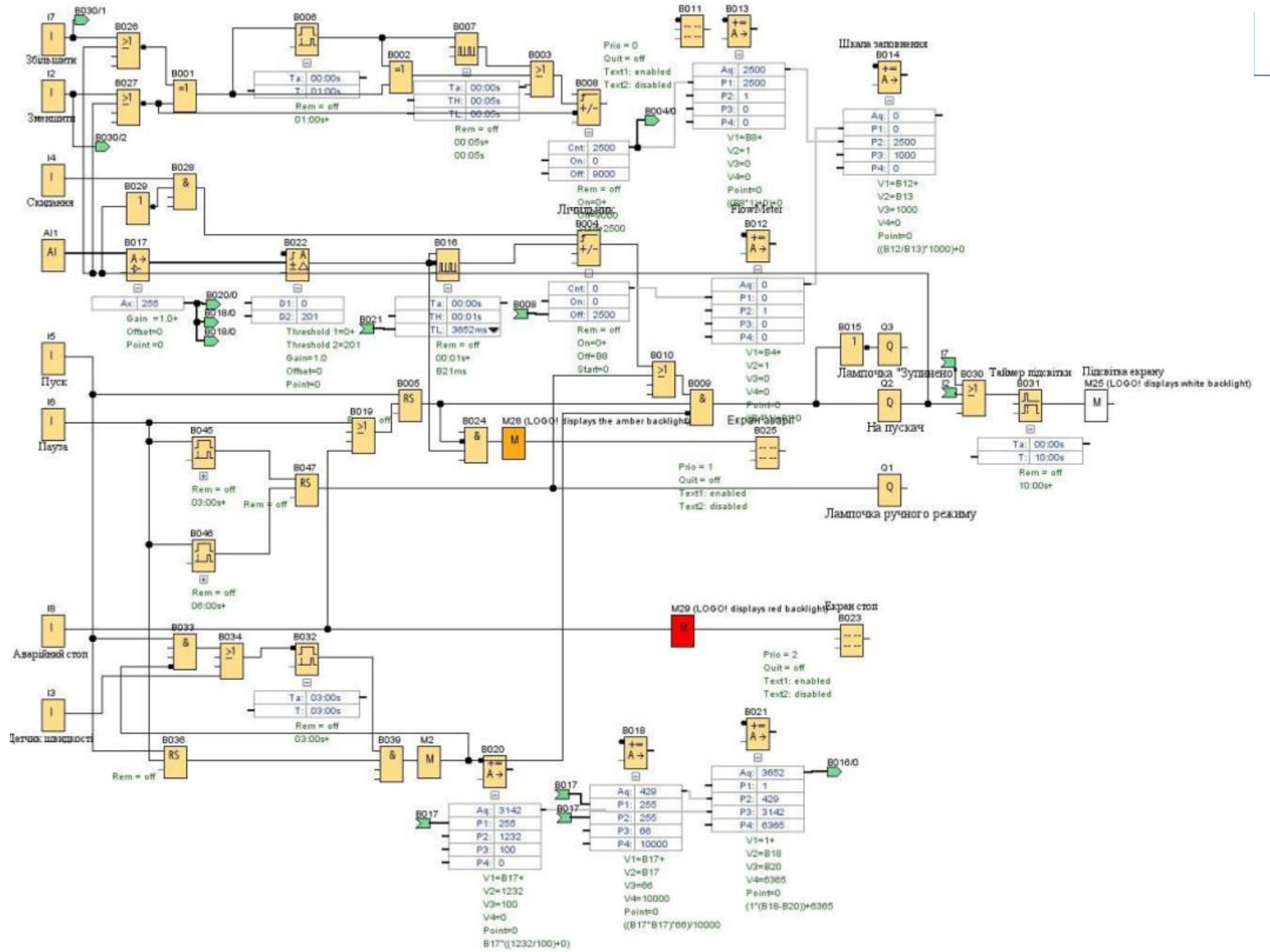


Кількість дискретних входів:	8
Кількість аналогових входів:	4
Кількість імпульсних входів:	4
Кількість виходів:	4
Діапазон робочих температур:	-20...+50°C
Відносна вологість:	10...95%
Атмосферний тиск:	1080...795 гПа
Ступінь захисту:	IP20

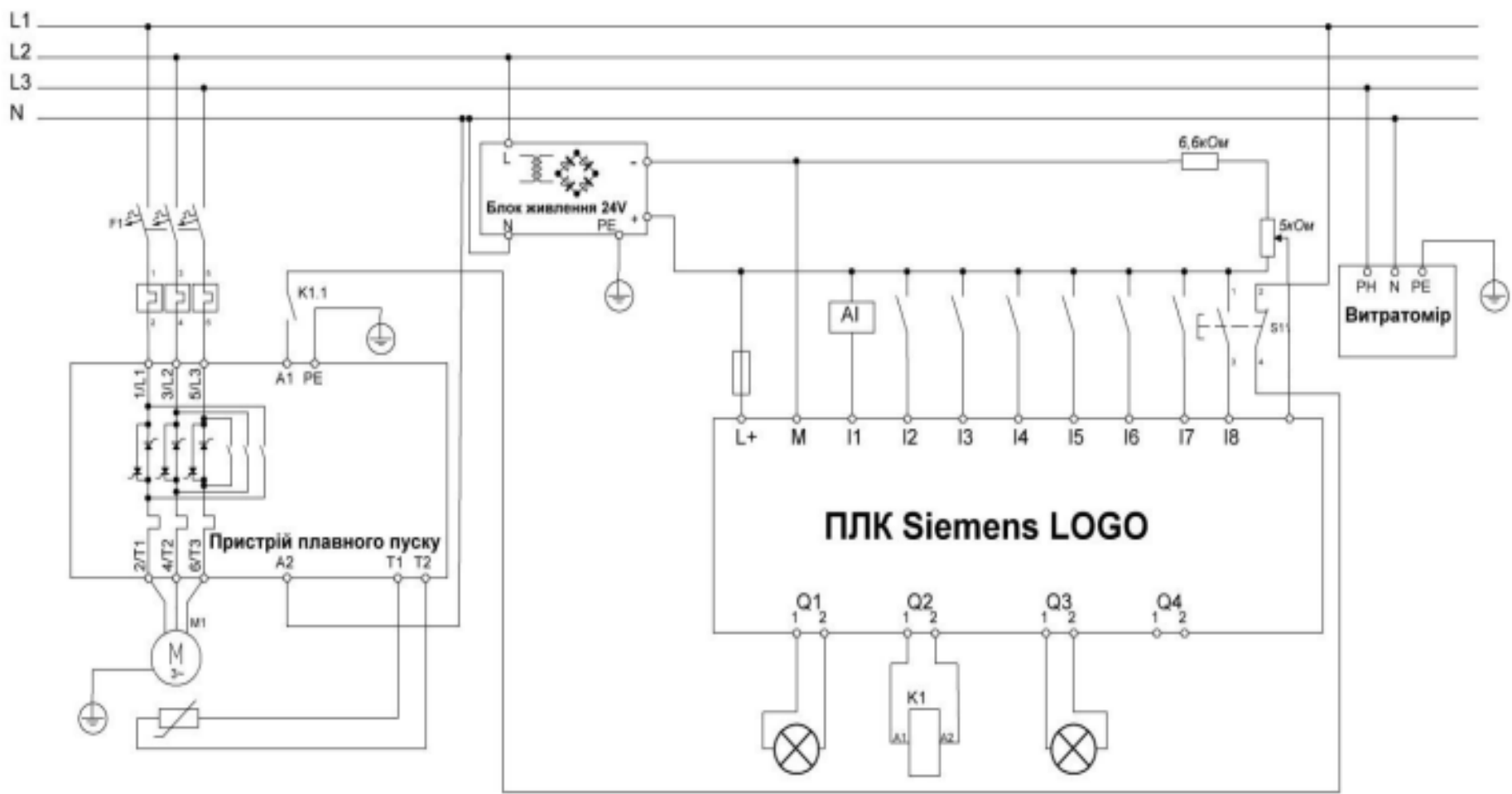
контролер Siemens LOGO! 24CE



вибір елементів розробки



програма керування пневмотранспортером



силова електрична схема системи автоматичного навантаження зерна