

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»

Зав. кафедри

_____ Леонт'єв П.В.

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

освітньо-професійної програми

«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»

на тему: «Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА»

Здобувача групи СУ-01

Пелипейченко Арсеній Вячеславович

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

(підпис)

Арсеній ПЕЛИПЕЙЧЕНКО

Керівник доцент, к.т.н., Георгій КУЛІНЧЕНКО

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1			Завдання кафедри	1		
2		551-40.9001	Схема леза від компанії МАХІМА	1		
3		527-15.0614	Схема затла від компанії МАХІМА	1		
4		552-07.9001	Схема пресу від компанії МАХІМА	1		
5		551-80.1006	Схема затискачу від компанії МАХІМА	1		
			<u>Новорозроблена</u>			
6		ТЗ	Технічне завдання	2		
7			Реферат	2		
8	A4	СУ-81 6.151.04 ПЗ	Пояснювальна записка	45		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
9	A4	СУ-01 6.151.22 А2	Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА. Функціональна схема автоматизації	1		
10	A4	СУ-01 6.151.22 К2	Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА. Схема кінематична функціональна	1		
11	A4	СУ-01 6.151.22 Е3	Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА. Схема електрична принципова	2		

					СУ-01 6.151.22.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Пелипейченко А.В.			Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кулінченко Г.В.					1	2
Реценз.						СумДУ, СУ-01		
Н. Контр.								
Затверд.		Леонтьєв П.В.						

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____ Леонтєв П.В.
_____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачу вищої освіти
Пелипейченко Арсенію Вячеславовичу

1. Тема кваліфікаційної роботи: Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА. Затверджено наказом ректора університету. № 0312-VI від 29.03.2024.
2. Термін здавання студентом закінченого проекту “31” травня 2024 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: звіт з переддипломної практики.
4. Зміст кваліфікаційної роботи (питання, що підлягають розробленню): аналіз об'єкту керування, основні схеми та принципи побудови системи «Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА», таблиця вхідних-вихідних сигналів.
5. Перелік графічних матеріалів: 16 рисунків, 11 таблиць.
6. Календарний план виконання роботи

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Зробити аналіз завдання кафедри. Скласти технічне завдання. Знайти та проаналізувати літературу і першоджерела.	12.04.2024 – 14.04.2024
2	Зробити аналіз об'єкту керування	15.04.2024 – 02.05.2024
3	Розробити основні схеми та принципи системи	03.05.2024 – 08.05.2024
4	Вибрати засоби автоматизації	09.05.2024 – 16.05.2024
5	Розробити SCADA-систему керування машинкою для різки паперу	23.05.2024 – 24.05.24
6	Оформити дипломний проект та супровідну документації	25.05.2024

7. Дата видачі завдання “29” березня 2024р.

Керівник проекту:
Доцент, кандидат технічних наук:

Кулінченко Г.В.

Здобувач:
студент групи СУ-01

Пелипейченко А.В.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи «Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА»

Розробник:

студент групи СУ-01

Пелипейченко А.В.

Погоджено:

Доцент, кандидат технічних наук:

Кулінченко Г.В.

1. Назва і галузь застосування: автоматизація різки паперу, поліграфія.

2. Підстави для проектування: Наказ ректора Сумського державного університету № 0312-VI від 29.03.2024;

3. Мета і призначення проекту: Зробити аналіз об'єкту керування, розробити функціональні схеми автоматизації; Створити систему автоматизації паперорізальної машини.

4. Джерела розроблення: конструкторська та технічна документація отримана під час проходження переддипломної практики.

5. Режим роботи об'єкта: режим роботи за графіком, з щоденними технічними роботами та регулярним плановим технічним обслуговуванням.

6. Умови експлуатації СК: живлення блоку живлення – 220В; частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В; живлення комп'ютера – 220В; 50Гц;. Ступінь захисту – IP 20.

7. Технічні вимоги: ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

8. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Зробити аналіз завдання кафедри. Скласти технічне завдання. Знайти та проаналізувати літературу і першоджерела.	12.04.2024 – 14.04.2024
2	Зробити аналіз об'єкту керування	15.04.2024 – 02.05.2024
3	Розробити основні схеми та принципи системи	03.05.2024 – 08.05.2024
4	Вибрати засоби автоматизації	09.05.2024 – 16.05.2024
5	Розробити SCADA-систему керування паперорізальної машини	23.05.2024 – 24.05.24
6	Оформити дипломний проект та супровідну документації	25.05.2024

9. Додатки: Схема інформаційно-матеріальних потоків, Функціональна схема автоматизації

РЕФЕРАТ

Пилипейченко Арсеній Вячеславович. Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2024 р.

Проект містить 45 аркушів пояснювальної записки, 16 рисунків, 11 таблиці. При виконанні проекту було використано 12 літературних джерел.

Даний проект спрямований на створення і опис проекту автоматизації паперорізальної машини типу МАХІМА. Розроблено технічне завдання. Розроблено основні технічні креслення та алгоритми роботи. Був розроблений проект автоматизації паперорізальної машини типу МАХІМА, призначений для використання підприємствами поліграфії.

Для досягнення поставлених завдань будуть використані такі методи: аналіз наукової літератури, вивчення технічних характеристик паперорізальних машин, розробка схем автоматизації.

В заключенні зроблені висновки про те що було зроблено під час виконання бакалаврського дипломного проекту.

Результати дослідження можуть бути використані для покращення концепцій та розробок автоматизації на поліграфічних підприємствах.

Ключові слова: поліграфія, папер, різка, паперорізальна машина, контролер, система керування, алгоритми, керування.

ABSTRACT

Arseniy Pylypeichenko. Automation of paper cutting machine type MAXIMA. Diploma project. Sumy State University. Sumy, 2024.

The project contains 45 sheets of explanatory note, 16 figures, 11 tables. In the course of the project, 12 literary sources were used.

This project is aimed at creating and describing a project for the automation of a MAXIMA paper cutting machine. The terms of reference have been developed. Basic technical drawings and algorithms have been developed. A project for the automation of a MAXIMA paper cutting machine has been developed, intended for use by printing enterprises.

The following methods will be used to achieve the set tasks: analysis of scientific literature, study of technical characteristics of paper cutting machines, development of automation schemes.

In conclusion, conclusions are drawn about the student's achievements during the bachelor's thesis project.

The results of the study can be used to improve the concepts and developments of automation at printing enterprises.

Keywords: printing, paper, cutting, paper cutting machine, controller, control system, algorithms, control.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: «**Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА**»

Керівник проекту:

Доцент, кандидат технічних наук:

Кулінченко Г.В.

Виконав:

студент групи СУ-01

Пелипейченко А.В.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОБ’ЄКТУ КЕРУВАННЯ	7
1.1. Область застосування та аналіз існуючих рішень	7
1.2. Опис власного об’єкта керування.....	13
2.1 Аналіз технологічного процесу	17
2.2 Функціональні задачі керування системи автоматизації	18
2.3 Опис власних контурів керування системи автоматизації	18
2.3.1 Контур керування затлом	19
2.3.2 Контур керування лезом ножа	20
2.3.3 Контур керування пресом	21
2.3.4 Контур безпеки	23
2.4 Таблиці вхідних та вихідних сигналів	24
РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	25
3.1 Підбір контролера для системи автоматизації	25
3.2 Підбір давачів системи автоматизації.....	29
3.2.1 Давач відстані	29
3.2.2 Тензодавач	31
3.2.3 Давач перешкод.....	33
3.3 Підбір виконавчих механізмів системи автоматизації.....	34
3.3.1 Кроковий двигун	34
3.3.2 Драйвер керування кроковим двигуном	35
3.3.3 Блок живлення ПЛК.....	37
3.3.4 Блок живлення двигуна	38
РОЗДІЛ 4 SCADA СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПАПЕРОРІЗАЛЬНОЇ МАШИНИ	40
4.1 Вибір програмного забезпечення	40

					СУ-01 6.151.22.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Телипейченко А.В.</i>			Автоматизація паперорізальної машини типу МАХІМА	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кулінченко Г.В.</i>					2	45
<i>Реценз.</i>						СумДУ, СУ-01		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Леонтьєв П.В.</i>						

4.2 SCADA система керування паперорізальної машини	41
ВИСНОВКИ	43

					<i>СУ-01 6.151.22.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		3

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

СУ – система управління

САУ – система автоматичного управління

МК – мікроконтролер

Д – давач

ВМ – виконавчий механізм

ПЗ – програмне забезпечення

ПЛК – програмований логічний контролер

СА – схема автоматизації

КК – контур керування

МП – мікропроцесор

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В епоху цифрових технологій та автоматизації виробничі процеси зазнають значних змін, спрямованих на підвищення ефективності, зменшення витрат і покращення якості продукції. Одним із таких процесів, що потребує модернізації та автоматизації, є різання паперу. Паперорізальні машини відіграють ключову роль у різних галузях, включаючи поліграфію, пакування та канцелярську продукцію. Вони забезпечують точну та швидку обробку паперових матеріалів, що є критично важливим для задоволення зростаючих вимог ринку.

Автоматизація паперорізальних машин є комплексом заходів щодо впровадження сучасних технологій управління та контролю, спрямованих на оптимізацію роботи обладнання. Це дозволяє суттєво підвищити продуктивність, знизити рівень відходів, мінімізувати людський фактор та забезпечити більш високий рівень безпеки на виробництві. Впровадження автоматизованих систем управління, датчиків, виконавчих механізмів та програмного забезпечення надає можливість гнучко налаштовувати робочі параметри машин, адаптуючись до різних типів і форм паперу.

Метою цієї роботи є вивчення процесів автоматизації паперорізальних машин, аналіз існуючих технологій та рішень, а також розробка нових підходів і методів для їх вдосконалення. Особлива увага приділяється питанням підвищення точності та швидкості різання, покращенню якості готової продукції, а також інтеграції автоматизованих систем у загальний виробничий ланцюжок.

У роботі розглядаються теоретичні аспекти автоматизації, включаючи аналіз сучасних методів і засобів автоматизації, а також їх практичне застосування на прикладі конкретних моделей паперорізальних машин. Описуються основні компоненти автоматизованих систем управління, наводяться результати експериментів та досліджень, а також пропонуються рекомендації щодо їх впровадження та експлуатації.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматизація паперорізальних машин відкриває нові горизонти для підвищення ефективності виробництва та якості продукції, що в кінцевому підсумку сприяє зміцненню позицій підприємств на конкурентному ринку. Таким чином, дане дослідження не тільки поглиблює теоретичні знання в галузі автоматизації, але й пропонує практичні рішення, що сприяють інноваційному розвитку галузі.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ КЕРУВАННЯ

1.1. Область застосування та аналіз існуючих рішень

За останні десятиліття поліграфічна галузь пережила часи змін, спричинених не лише постійною заміною паперу на цифрові носії, а й постійними екологічними проблемами, пов'язаними з технологічними процесами та вирубкою лісів[1]. В Україні, на додаток до екологічних проблем, економічна криза та війна, змусила галузь загалом адаптуватися до нових реалій, коригуючи процеси та методології для подолання труднощів.

Поліграфічна індустрія в цілому стикається зі значними викликами через епоху діджиталізації, яка впливає на всі сектори. Ця ера змінює очікування клієнтів і впливає на розвиток технологій, що призводить до підвищення стандартів якості та необхідності перегляду використання людських ресурсів. В умовах цих серйозних проблем, з якими стикається поліграфічний сектор, важливо розробити та впровадити стратегії подолання цих викликів для збереження конкурентоспроможності та успіху в бізнесі, що дозволить підтримувати безперервність і стійкість бізнесу в довгостроковій перспективі[2].

Поліграфія є однією з ключових галузей сучасної індустрії, що займається друком книг, газет, журналів, брошур, ділової документації, рекламних матеріалів та багатьох інших видів продукції. Сьогодні поліграфічна галузь використовує різноманітні технології для задоволення потреб своїх клієнтів. До основних технологій належать літографія, глибокий друк, флексографія, трафаретний друк, високий друк та сучасні цифрові методи, такі як струменевий друк і електрофотографія. Кожна з цих технологій має свої переваги та сфери застосування, що дозволяє забезпечити високу якість друку та оптимізувати виробничі процеси.

Змінилося ставлення до друкованих ЗМІ. Вимоги до друкованих матеріалів еволюціонують: хоча традиційне читання з паперових носіїв все ще залишається

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

популярним, все більше людей віддають перевагу електронним версіям текстів. Друк тепер охоплює не лише книги, журнали та газети, але й широкий спектр інших застосувань, таких як пакувальні матеріали, банери, флексографічна продукція тощо. Постачальники поліграфічних послуг повинні впроваджувати нові технології друку і інтегрувати їх у свої бізнес-процеси. Також необхідно розробляти та впроваджувати нові моделі робочих процесів, щоб забезпечити розвиток поліграфічного бізнесу та відповідати потребам клієнтів.

Розвиток цифрових технологій став важливим етапом у розвитку поліграфії, дозволяючи швидко та ефективно виконувати замовлення різного обсягу та складності. Сучасні цифрові методи друку забезпечують можливість друку змінного вмісту, що особливо важливо для персоналізованих рекламних кампаній та видань з обмеженим тиражем. Водночас традиційні методи, такі як літографія та глибокий друк, продовжують залишатися актуальними завдяки їх здатності забезпечувати високу якість зображень та економічну ефективність при великих тиражах. Поліграфічна промисловість постійно адаптується до нових викликів і тенденцій, впроваджуючи новітні технології та вдосконалюючи виробничі процеси для задоволення зростаючих вимог ринку.

Поліграфічна промисловість застосовує різноманітні технології для друку книг, журналів, газет, ділової документації, каталогів, бланків та іншої продукції. Серед цих технологій є літографія, глибокий друк, флексографія, трафаретний друк, високий друк, а також цифрові методи, як-от струменевий друк та електрофотографія. Вибір технології залежить від необхідної якості друку, кількості відбитків, які потрібно виготовити, наявних ресурсів, вартості обладнання, витратних матеріалів на одиницю продукції, необхідності змінюваного вмісту та інших факторів[3].

Поліграфічні організації уникають важливих дій, які можуть допомогти ефективній роботі в компанії, тому що просто купують програмне забезпечення старими традиційними методами. Очевидно, що багато поліграфічних організацій не використовують повною мірою переваги нових технологій. Причиною цього є

					<i>СУ-01 6.151.22.ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

висока вартість ліцензування та інвестиції в підтримку системи. Ще більш дивним є те, що лише деякі поліграфічні організації продовжують впроваджувати дорогі системи, які, як виявилось, не повністю відповідають вимогам системи, і це призводить до надмірного фінансового навантаження на організацію. Сьогодні тенденції в поліграфії зміщуються від орієнтації на друкарню до орієнтації на принтер

Країни, які прагнуть очолити технологічні зміни та зберегти лідерство в промисловості, стратегічно позиціонують себе для впровадження нової кіберфізичної інфраструктури, що базується на промисловому Інтернеті речей (ІоТ) і науці про дані. Німецька ініціатива «Індустрія 4.0» перетворилася на загальноєвропейську співпрацю у сфері інтелектуальної автоматизації в широких масштабах. В аналогічний спосіб Сполучені Штати запустили Коаліцію виробничого лідерства (SMLC) у 2011 році. Іншими яскравими прикладами є програма «Китайське виробництво 2025», спрямована на розвиток передових виробничих технологій, та японська ініціатива «Суспільство 5.0», що зосереджується на безпеці та добробуті людей через кіберфізичні системи. Показовим прикладом є японський виробник, який послідовно здобуває конкурентну перевагу над конкурентами, забезпечуючи в своєму ланцюжку створення вартості усунення дефектів на кожному етапі виробничого процесу[4]. Поліграфічна промисловість зазнала значних змін завдяки цифровій революції, особливо з розвитком струменевого друку. Ця технологія працює за принципом створення дрібних крапель рідини, які під цифровим контролем переносять точну кількість матеріалу на підкладку. Струменевий друк стає все більш зрілим і викликає великий інтерес у промисловості завдяки своїй універсальності в графічному друку та потенційному застосуванню в нових сферах, таких як адитивне виробництво, друкована електроніка та інші функціональні пристрої. Його переваги порівняно з традиційними друкарськими методами численні: мінімальні відходи, універсальність у різних процесах, безконтактність та відсутність необхідності у майстер-шаблонах, що дозволяє легко змінювати

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

друковані зразки. Однак, для застосування у нових сферах, таких як адитивне виробництво (3D-друк), необхідний подальший розвиток цієї технології.

Зросло навантаження на традиційні моделі друку, оскільки обсяг завдань збільшується, а їхня цінність зменшується. Це призводить до скорочення довжини друкованих накладів і зменшення часу друку, що ускладнює оптимізацію операцій. Впровадження важливого програмного забезпечення стало швидким і доступним завдяки модернізації моделей доставки у цифровому світі. Програмне забезпечення як послуга (SaaS) забезпечує низькі витрати на встановлення та гнучкі моделі оплати за використання, що особливо корисно для постачальників друкованих послуг[5]. Вони можуть ефективно впроваджувати автоматизацію робочого процесу та користуватися перевагами веб-друку. Поліграфічні компанії можуть зменшити фінансовий тягар інвестицій, використовуючи SaaS і хмарні обчислення[6, 7]. Переваги масштабованості, інтегрованих програмних рішень, а також зниження вимог до обчислювальних ресурсів і робочої сили на місці є ключовими аспектами сучасного друкарського виробництва.

У паперовій промисловості, коли сировина, вода і хімікати змішуються разом, сучасне виробництво паперу вимагає використання високотехнологічних інструментів, таких як ПЛК (програмовані логічні контролери), ЧРП (частотні перетворювачі) і НМІ (людино-машинний інтерфейс), щоб забезпечити точну якість продукції. Модернізація традиційної системи шляхом заміни компонентів управління, таких як реле, контактори і таймери, на сучасні пристрої, включаючи програмовані логічні контролери для керування двигунами з різною швидкістю за допомогою частотних перетворювачів, а також системи моніторингу, які отримують дані від численних двигунів і ЧРП, допомагають підтримувати рівномірний процес виробництва. Це досягається за допомогою НМІ або SCADA систем[8]. Основною причиною модернізації системи є усунення проблем з синхронізацією, стійкістю до електричних перешкод, вологості, механічного зносу і роботи двигунів на фіксованій швидкості. Реалізація цього проекту

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє спростити експлуатацію, зменшити кількість робочої сили і підвищити точність роботи.

У сучасному промисловому секторі існують різні фактори, такі як споживання електроенергії, сировини та робочої сили, які впливають на витрати промисловості. Щоб зменшити операційні витрати та збільшити заощадження заводу, ми повинні працювати над вищезазначеними факторами.

Енергоспоживання є важливою сферою для скорочення витрат, оскільки вартість енергії зростає з кожним днем, тим самим завдаючи шкоди як фінансовим, так і екологічним факторам. Існує необхідність заощаджувати електроенергію для нашого майбутнього покоління, оскільки потік енергії є односпрямованим за своєю природою і не є циклічним. Отже, необхідно, щоб енергія була збережена і загальна ефективність системи підтримувалася. У папероробній машині основними проблемами є механічний знос, робота двигунів на фіксованій швидкості, розподіл навантаження та синхронізація швидкості різних двигунів.

Дослідження показало, що всі вищезазначені проблеми можуть бути вирішені за допомогою ПЛК, ЧРП і НМІ, які забезпечують легкий доступ і управління папероробною машиною. Все це велике розширення автоматизації пропонує передові технологічні методи, які призведуть до зменшення кількості несправностей, споживання енергії, факторів ризику серйозних і смертельних нещасних випадків у целюлозно-паперовій промисловості, а також до зниження собівартості виробництва для підвищення його прибутковості та ефективності.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 – Паперорізальна машина

Паперорізальна машина розроблена для того, щоб нарізати аркуші паперу чи інших матеріалів на необхідні розміри та форми для виготовлення друкованої продукції, упаковки, організації документів тощо[9]. Основні цілі створення паперорізальної машини включають:

- Точність різання: Одним із головних завдань є забезпечення високої точності різання, щоб отримані аркуші мали однакові розміри та рівні краї.
- Швидкість та продуктивність: Ці машини спроектовані для швидкого та ефективного нарізання великої кількості аркушів за короткий час, що підвищує продуктивність виробництва.
- Ергономіка та безпека: Сучасні паперорізальні машини розробляються з урахуванням ергономічних принципів для зручності операторів, а також забезпечують високий рівень безпеки, захищаючи від порізів та аварій.
- Універсальність: Деякі моделі можуть обробляти різні типи матеріалів, такі як картон, пластик, фольга, що розширює їх застосування в різних галузях.
- Автоматизація: Сучасні машини оснащені функціями автоматичного різання за попередньо заданими параметрами, що полегшує роботу оператора та знижує ймовірність помилок[10].

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- Додаткові функції: Деякі паперорізальні машини мають додаткові функції, як-от фальцювання, перфорація або штампування, що розширює їхні можливості у виробництві різноманітної продукції.

Отже, метою створення паперорізальної машини є забезпечення швидкого, точного та безпечного нарізання паперу та інших матеріалів для виготовлення різноманітних друкованих та пакувальних виробів[11].

1.2.Опис власного об'єкта керування

Вимоги до складу системи паперорізальної машини можуть варіюватися в залежності від її призначення, типу та обсягу виробництва. Однак основні компоненти, які зазвичай входять до складу такої системи, включають:

1. Різальний механізм: Це основний елемент, який відповідає за різання аркушів паперу або інших матеріалів на визначені розміри та форми. Різальний механізм може бути ручним або автоматичним, залежно від характеристик машини.
2. Керуюча система: Включає електронні компоненти та програмне забезпечення, які керують роботою машини. Керуюча система дозволяє налаштовувати параметри різання, контролювати швидкість та точність процесу.
3. Направляючі елементи: Це складові, які забезпечують рух аркушів паперу або матеріалів в потрібному напрямку під час різання. Направляючі елементи допомагають утримувати матеріали у правильному положенні та позиціонувати їх для різання.
4. Загрузчики та вивантажувачі: Ці компоненти відповідають за подачу аркушів паперу до різального механізму та вивантаження вирізаних матеріалів після процесу різання. Вони забезпечують автоматизацію процесу та зручність у використанні машини.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Система безпеки: Важливий елемент, який включає захисні пристрої та механізми для запобігання травматичним ситуаціям під час роботи машини. Система безпеки може включати автоматичне вимикання у разі виявлення перешкод або небезпечних ситуацій.
6. Дисплей та інтерфейс: Ці компоненти дозволяють оператору взаємодіяти з машиною, встановлювати параметри різання, відстежувати стан роботи та отримувати інформацію про виробничі процеси[12].
7. Конструкція та корпус: Важливою є також сама конструкція машини та матеріали, з яких вона виготовлена. Вони повинні бути міцними, стійкими до зносу та забезпечувати стабільність під час роботи.
8. Додаткові функції: Деякі паперорізальні машини можуть мати додаткові функції, такі як фальцювання, перфорація, ламінування тощо, що розширює їхні можливості в обробці матеріалів.

Вимоги до технічного забезпечення:

1. Різальний механізм: Якісні різальні ножі, здатні вирізати папір різної товщини та типу без розривів або розминання країв. Механізми для автоматичного або ручного налаштування розмірів різання, включаючи ширину, довжину та кут.
2. Керуюча система: Ефективна система керування, яка дозволяє оператору налаштовувати параметри різання і контролювати процес. Можливість зберігання та відновлення налаштувань для різних типів матеріалів та завдань.
3. Направляючі елементи: Система, яка забезпечує стабільну подачу паперу або інших матеріалів у різальний механізм. Направляючі устрої, які дозволяють точно позиціонувати матеріал для отримання точного різку.
4. Загрузчики та вивантажувачі: Механізми для швидкої та безпечної загрузки та вивантаження матеріалів. Системи автоматичної подачі та вивантаження, якщо необхідно для великих обсягів роботи.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Система безпеки: Захисні пристрої для запобігання травматичним ситуаціям, такі як автоматичне вимкнення в разі виявлення перешкод або небезпечних умов. Чітка інструкція з безпеки для операторів та персоналу.
6. Електронна та програмна частина: Надійна електроніка, яка забезпечує стабільну роботу машини та точність різання. Програмне забезпечення з інтуїтивним інтерфейсом для керування машиною та налаштування параметрів різання.
7. Дисплей та інтерфейс: Чіткий та зручний дисплей для відображення інформації про стан машини, параметри різання та інші важливі дані. Інтуїтивний інтерфейс користувача, який дозволяє легко керувати машиною та налаштовувати параметри різання.
8. Матеріали та конструкція: Високоякісні матеріали конструкції, які забезпечують міцність та довговічність машини. Ергономічний дизайн, який забезпечує зручність у використанні та обслуговуванні.

Ці вимоги допомагають забезпечити ефективну та безперебійну роботу паперорізальної машини, зменшуючи ризики помилок та забезпечуючи високу якість вирізаних матеріалів.

Обслуговування паперорізальної машини з робочого положення здійснюється стоячи. Вона призначена для різання матеріалів в умовах мирної довкілля тобто. при температурі 20 +/- 5 градусів та відносній вологості повітря 65 +/- 5%. Паперорізальна машина доставляється частково демонтованою. Переміщення окремих головних та складових частин машини проводиться з за допомогою крана. Як правило, часто виникають проблеми через неправильне визначення. Розміри електромережі. Щоб цього уникнути цих проблем необхідно мати в виду, що дана машина призначена для підключення до електромережі коливаннями в межах +/- 10%. В даному випадку всі електроприлади та ланцюги надійно функціонуватимуть.

Проводити роботу з регулювання та догляду за машиною можуть здійснюватися тільки кваліфікованим працівником, який пройшов відповідну підготовку. Для

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цього необхідно попередньо відключити її від мережі живлення, щоб унеможливити ураження електричним струмом або випадкового активування машини у робочий режим.

Також була розроблена принципова електрична схема СУ-01.6.151.22.ЕЗ та специфікація до неї.

Принципова електрична схема – це графічне представлення електричної системи або кола, яке показує зв'язок між електричними компонентами і їх взаємодію. Ця схема служить основним документом для розробки, монтажу та обслуговування електричних систем. Вона включає символи, які представляють компоненти, такі як резистори, конденсатори, трансформатори, діоди, транзистори та інші, а також лінії, що показують електричні з'єднання між цими компонентами.

					<i>СУ-01 6.151.22.ПЗ</i>	Арк.
						16
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Аналіз технологічного процесу

На основі аналізу власного об'єкта керування типу паперорізальна машина була складена власна кінематична функціональна схема СУ-01.6.151.22.К2 та циклограма об'єкта керування (Рисунок 2.1).

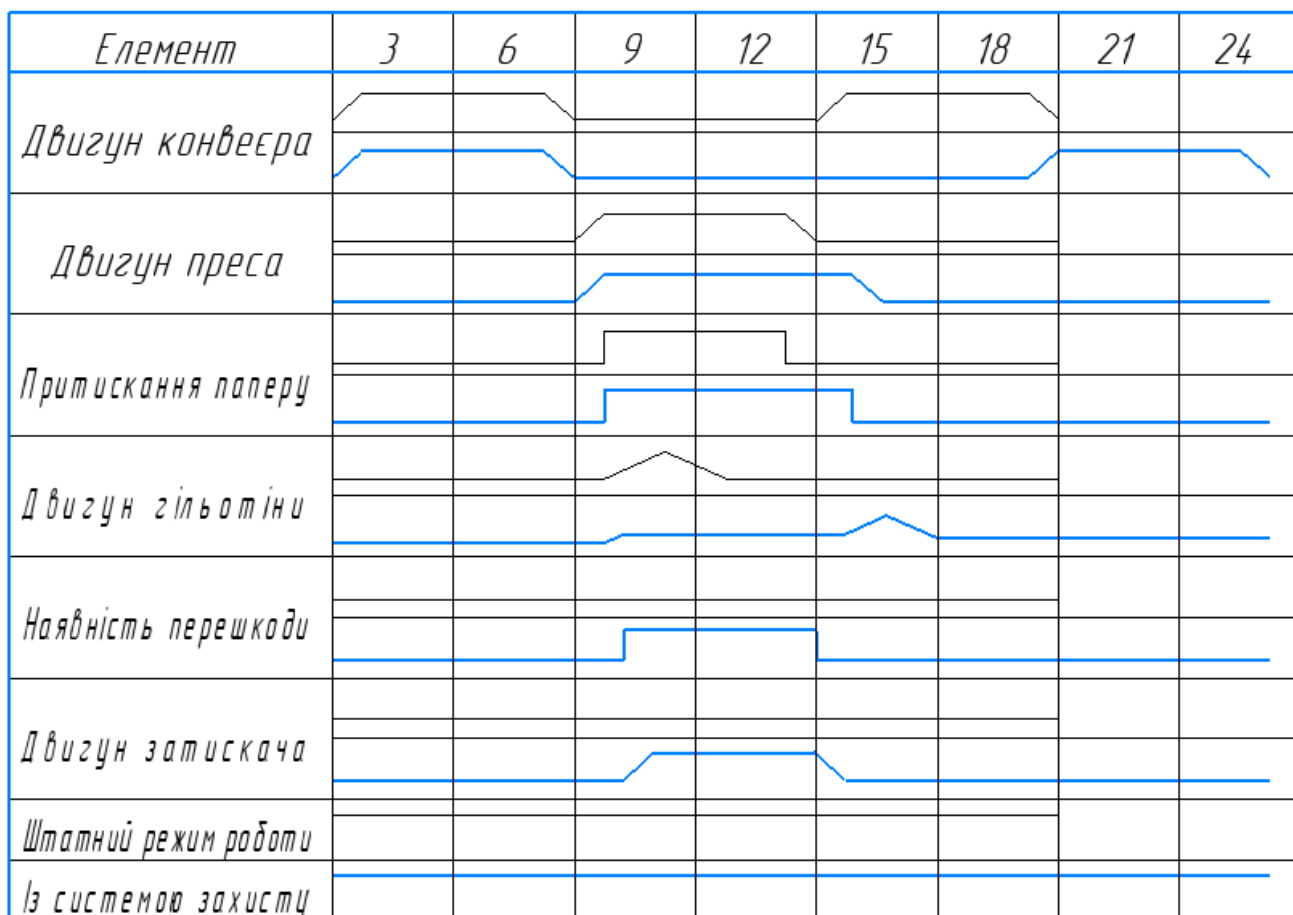


Рисунок 2.1 – Циклограма

Цей автоматичний пристрій для різання паперу працює наступним чином. На стіл лягає папір, потім проводиться пуск електродвигуна, в результаті роботи передачі гвинт гафки відбувається вирівнювання листів за допомогою затла. Після цього проводиться пуск електродвигуна, в результаті роботи передачі гвинт гайка виробляє притиск листів за допомогою преса. Після цього проводиться пуск електродвигуна в результаті руху через важільний механізм відбувається

опускання ножа та відбувається різка паперу. По закінченню процесу відрізки паперу, ріжучій пристрій та прес відводяться у початкове положення.

2.2 Функціональні задачі керування системи автоматизації

Після аналізу схеми інформаційно-матеріальних потоків визначимо основні контури керування:

1. Контур керування затлом (толкачем паперу)
2. Контур керування лезом ножа
3. Контур керування пресом
4. Контур безпеки

2.3 Опис власних контурів керування системи автоматизації

Автоматизація паперорізальних машин є важливою складовою сучасної промисловості, оскільки дозволяє значно підвищити продуктивність та якість продукції, знизити витрати та оптимізувати виробничі процеси. Успішна автоматизація цих машин забезпечує безперебійну роботу, точне дотримання технологічних параметрів та зниження ризику людських помилок.

На основі встановлених функціональних завдань розробляється функціональна схема автоматизації. Ці схеми є графічним зображенням, яке за допомогою спеціальних символів відображає технологічне обладнання, засоби комунікації, елементи керування, прилади та автоматизації, а також обчислювальну техніку та інші компоненти, що входять до складу системи. Функціональна схема автоматизації є ключовим документом проекту, який визначає структуру технологічного процесу об'єкта.

Завдяки функціональній схемі автоматизації можна детально побачити взаємодію всіх елементів системи, визначити необхідні засоби для досягнення поставлених цілей та забезпечити оптимальні умови для експлуатації обладнання. Це, у свою

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чергу, дозволяє підвищити ефективність роботи, зменшити витрати на обслуговування та забезпечити високу якість кінцевої продукції.

За схемами контурів керування була складена власна ФСА – СУ-01.6.151.22.А2.

2.3.1 Контур керування затлом

Контур керування затлом складається із:

1. Затла
2. Давача відстані
3. Крокового двигуна
4. Драйвера, для керування кроковим двигуном

Контур керування затлом дозволяє автоматизувати процес регулювання потоку паперу, забезпечуючи високу точність і надійність роботи. Завдяки використанню крокового двигуна і давачва відстані, система здатна оперативно реагувати на зміни умов і коригувати положення затла в режимі реального часу.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

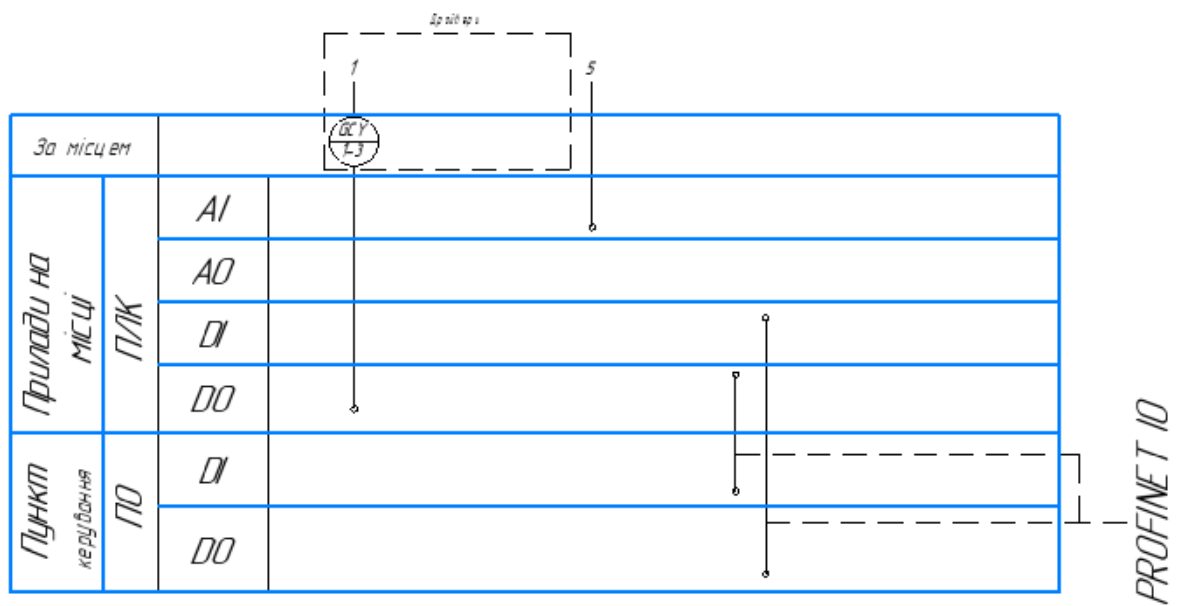
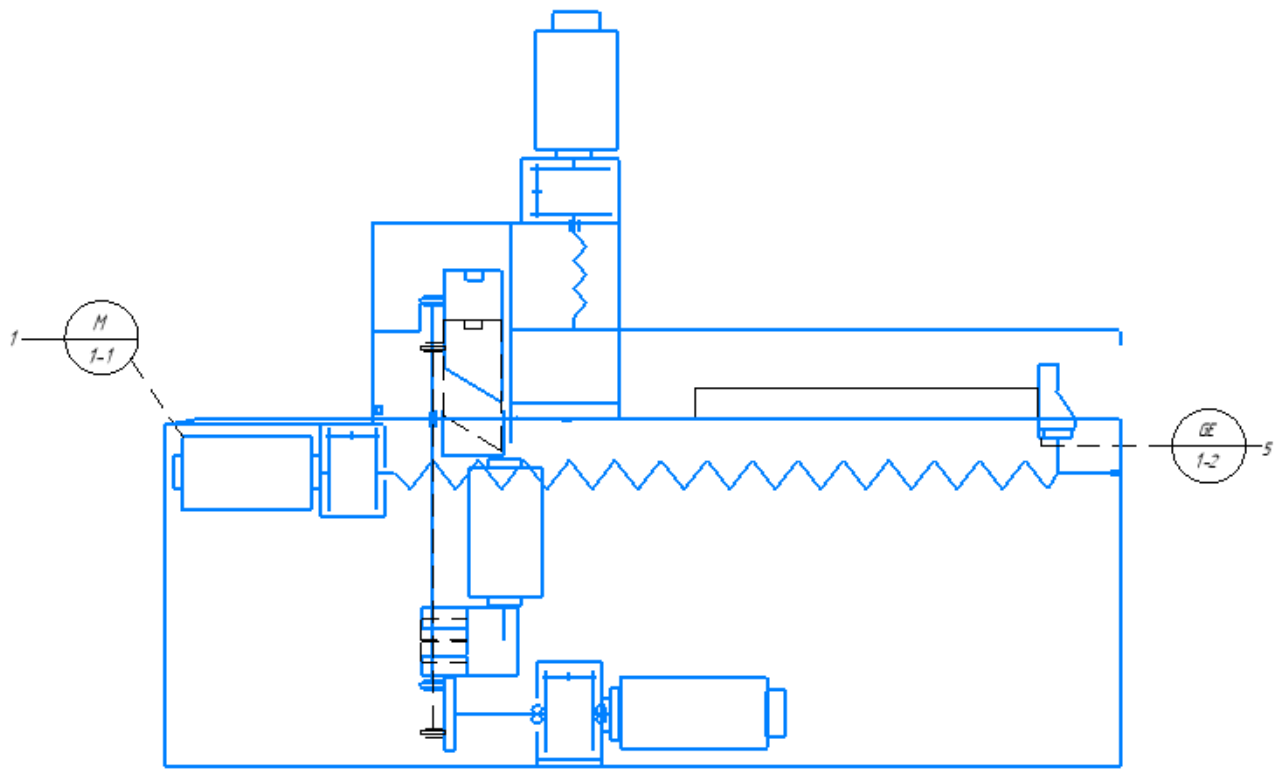


Рисунок 2.2 – Контур керування затлом

2.3.2 Контур керування лезом ножа

Контур керування лезом ножа складається із:

1. Леза ножа
2. Давача відстані

3. Крокового двигуна

4. Драйвера, для керування кроковим двигуном

Контур керування лезом дозволяє автоматизувати процес різки паперу, забезпечуючи високу точність і надійність роботи. Завдяки використанню крокового двигуна і давачча відстані, система здатна оперативно коригувати положення леза ножа в режимі реального часу.

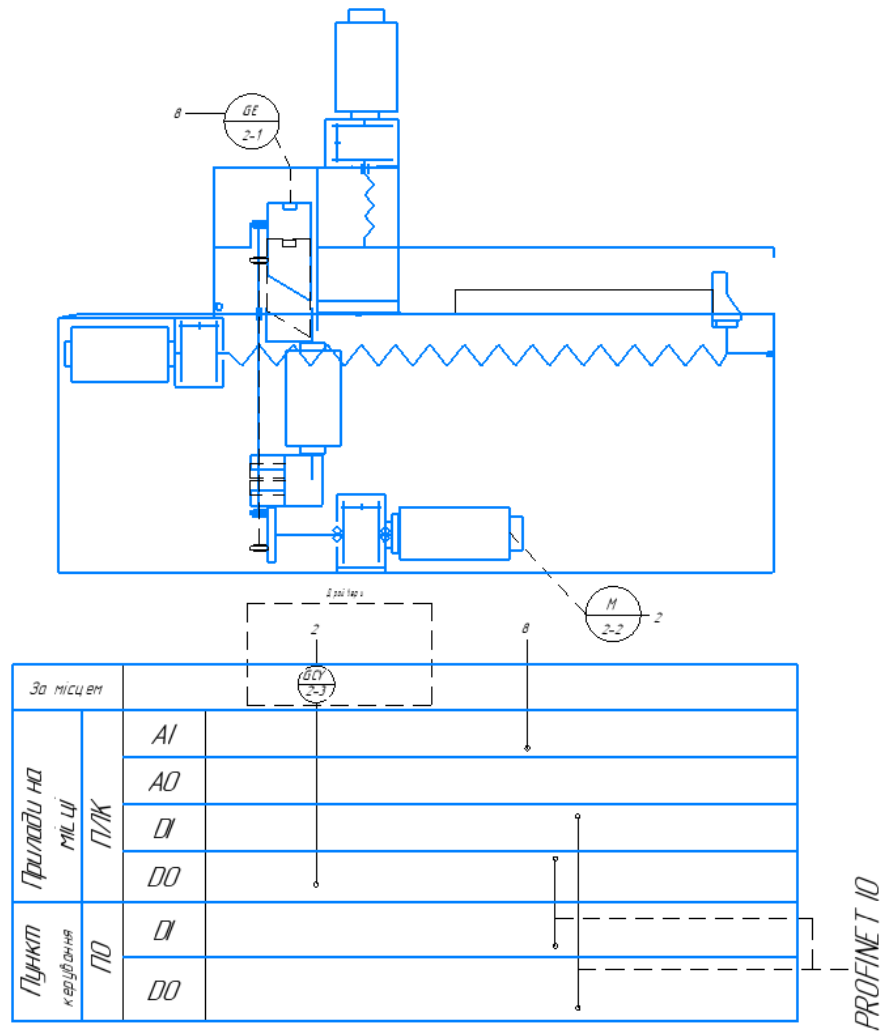


Рисунок 2.3 – Контур керування лезом ножа

2.3.3 Контур керування пресом

Контур керування пресом складається із:

1. Преса для паперу

2. Давача тиску
3. Крокового двигуна
4. Драйвера, для керування кроковим двигуном

Контур керування пресом дозволяє автоматизувати процес притискання паперу, забезпечуючи високу точність і надійність роботи. Завдяки використанню крокового двигуна і датчика тиску, система здатна оперативно реагувати на зміни умов і коригувати час та силу тиску реальному часі, що є критично важливим для досягнення якісних результатів у виробництві паперової продукції.

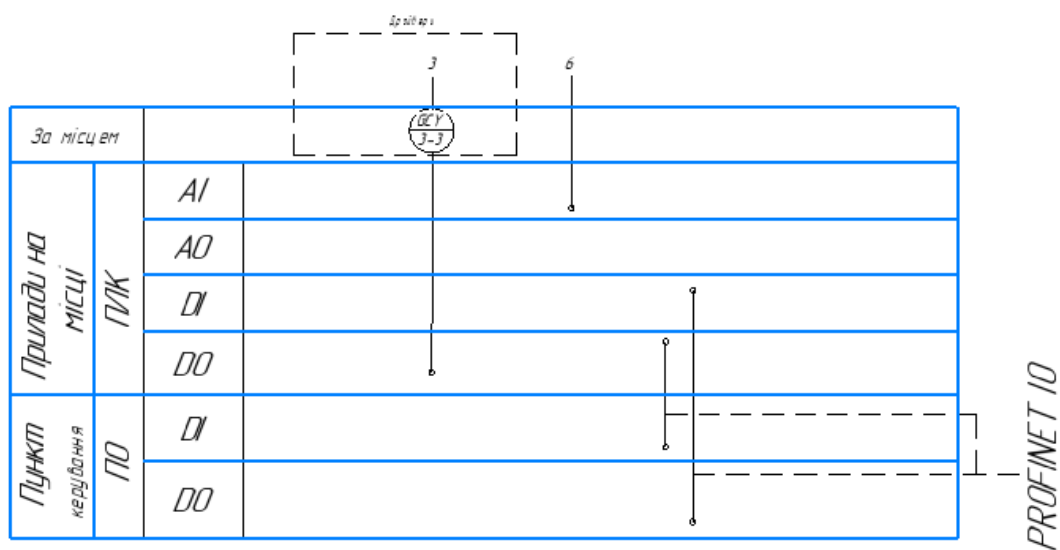
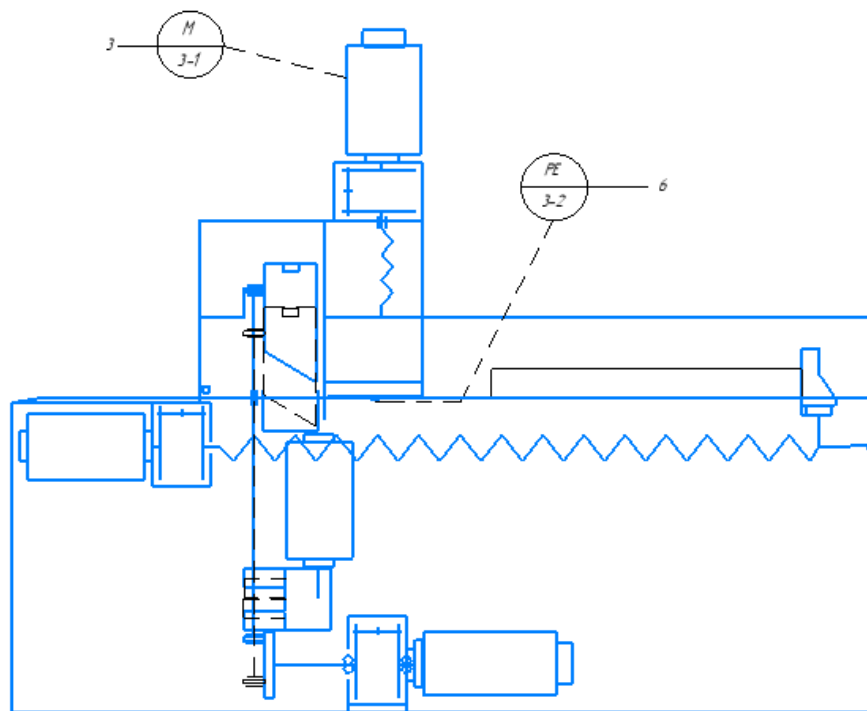


Рисунок 2.4 – Контур керування пресом

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.3.4 Контур безпеки

Контур безпеки складається із:

1. Давача перешкод
2. Притискача
3. Крокового двигуна
4. Драйвера, для керування кроковим двигуном

Контур безпеки забезпечує високий рівень захисту при роботі з ножем, швидко реагуючи на виявлення перешкод і запобігаючи небезпечним ситуаціям. Використання крокового двигуна та драйвера дозволяє точно контролювати притискач та забезпечує швидке і надійне блокування леза ножа у разі потреби.

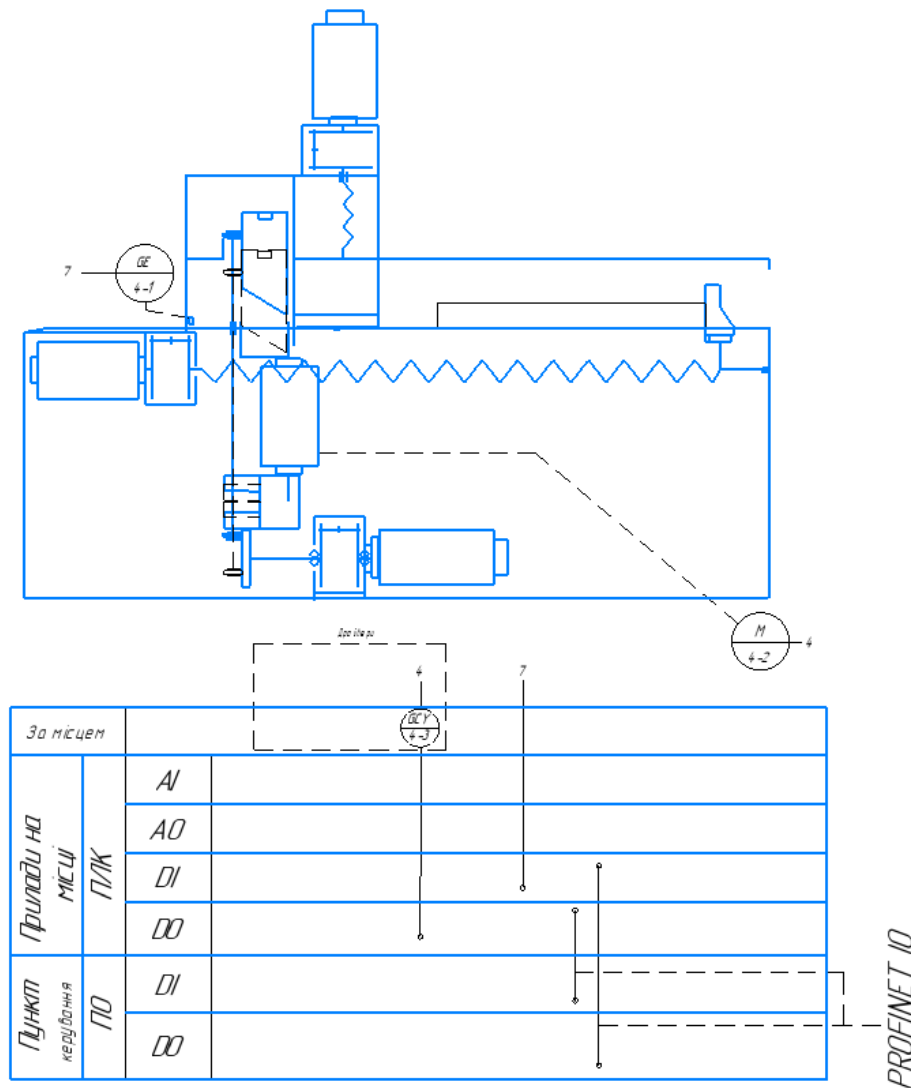


Рисунок 2.5 – Контур безпеки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.4 Таблиці вхідних та вихідних сигналів

Після аналізу розроблених схем керування формуємо таблицю вхідних та вихідних сигналів (Таблиця 2.1 та Таблиця 2.2.).

Таблиця 2.1 – Таблиця вхідних сигналів

Назва сигналу	Діапазон вимірювання	Тип сигналу
Наявність перешкод	0 – 1	Дискретний
Відстань від затла до леза	0 – 1,5 м	Аналоговий
Видстань від леза до стола для різки	0 – 30 см	Аналоговий
Тиск притискання паперу	0 – 5 кг	Аналоговий

Таблиця 2.2 – Таблиця вихідних сигналів

Керування кроковим двигуном затла	0 – 1	Дискретний
Керування кроковим двигуном леза ножа	0 – 1	Дискретний
Керування кроковим двигуном преса	0 – 1	Дискретний
Керування кроковим двигуном притискача	0 – 1	Дискретний

РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Підбір контролера для системи автоматизації

Програмовані логічні контролери (ПЛК) є спеціалізованими комп'ютерними системами, призначеними для управління автоматизованими процесами у промисловості. Вони забезпечують гнучкість, надійність і ефективність управління складними виробничими процесами, від найпростіших задач до дуже складних систем. ПЛК знаходять застосування в багатьох галузях, включаючи виробництво, енергетику, транспорт, харчову промисловість та багато інших.

ПЛК складаються з центрального процесора (ЦП), пам'яті, вхідних і вихідних модулів, а також комунікаційних портів. Центральний процесор виконує програму, яка зберігається в пам'яті, і контролює стан вхідних сигналів, щоб генерувати відповідні вихідні сигнали. Вхідні модулі отримують інформацію від різних датчиків і перемикачів, тоді як вихідні модулі надсилають сигнали до виконавчих пристроїв, таких як реле, соленоїди, двигуни та інші.

Програмування ПЛК здійснюється за допомогою спеціальних мов програмування, таких як мовна діаграма релейної логіки (LD), текстові списки інструкцій (IL), функціональні блокові діаграми (FBD), структура тексту (ST) та послідовні функціональні графіки (SFC). Ці мови стандартизовані згідно з IEC 61131-3.

Однією з головних переваг ПЛК є їхня висока надійність і здатність працювати в складних промислових умовах. Вони можуть витримувати екстремальні температури, вібрацію, пил та електричні перешкоди. ПЛК також відрізняються гнучкістю, що дозволяє швидко змінювати і адаптувати програми для різних завдань без необхідності фізичних змін в обладнанні.

Ще однією важливою перевагою ПЛК є їхня модульна структура. Це дозволяє легко розширювати систему, додаючи нові модулі для підтримки додаткових функцій або пристроїв. Модульність також спрощує обслуговування та ремонт

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи, оскільки окремі компоненти можуть бути замінені без впливу на решту системи.

Програмовані логічні контролери є ключовими елементами сучасних автоматизованих систем. Їхня гнучкість, надійність та здатність працювати в екстремальних умовах роблять їх незамінними в промислових процесах. Впровадження ПЛК дозволяє значно підвищити ефективність, продуктивність і безпеку виробництва, що є важливим для стійкого розвитку та конкурентоспроможності підприємств.

Сімейство S7-1200 — це серія програмованих логічних контролерів (ПЛК), які призначені для вирішення різноманітних завдань автоматизації. Завдяки компактній конструкції, доступній вартості та потужному набору команд, S7-1200 є ідеальним вибором для багатьох сфер управління. Різноманітні моделі S7-1200 і інструменти програмування на базі Windows забезпечують необхідну гнучкість для вирішення завдань автоматизації.

Програмований логічний контролер (ПЛК) S7-1200 надає значну гнучкість і достатню потужність для управління широким спектром пристроїв, що відповідає потребам автоматизації сучасних систем. Завдяки своїй компактній конструкції, варіативній конфігурації та розширеному набору команд, S7-1200 є відмінним рішенням для керування різноманітними додатками.

Центральний процесор (CPU) у компактному корпусі об'єднує мікропроцесор, вбудований блок живлення, а також вхідні та вихідні ланцюги, що разом утворюють потужний ПЛК. Після завантаження вашої програми, CPU містить всю необхідну логіку для контролю та управління пристроями у вашій системі. Він контролює вхідні дані та змінює вихідні параметри відповідно до логіки вашої користувацької програми. Ця програма може включати булеві логічні операції, підрахунок, таймери, складні математичні обчислення та комунікацію з іншими інтелектуальними пристроями, що забезпечує високу функціональність і адаптивність системи.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 – Simatic S7-1200

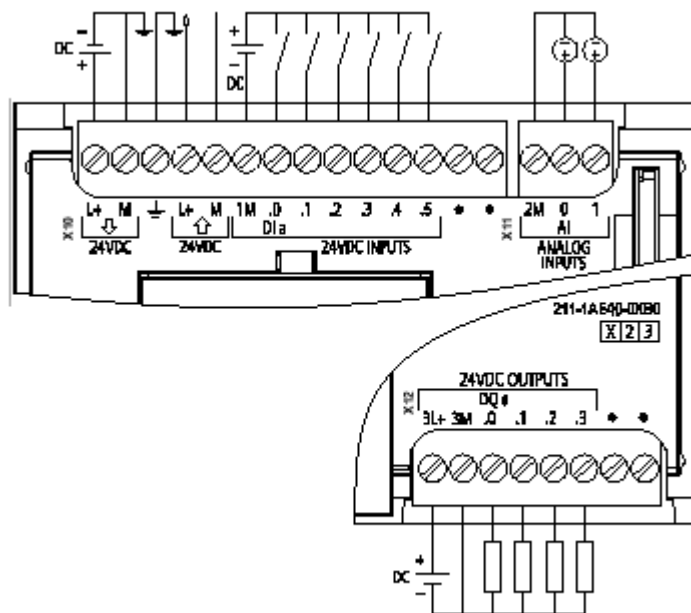


Рисунок 3.2 – Схема підключення Simatic S7-1200 (CPU 1211C DC/DC/DC)

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики CPU1211C, частина 1

Цифрові входи/виходи	6 входів/4 вихода
Аналогові входи	2
Бітова пам'ять, байт	4096
Додаткові сигнальні плати	1
Додаткові комунікаційні модулі	3
Імпульсні виходи	2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-01 6.151.22.ПЗ

Арк.

27

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики CPU1211C, частина 2

Імпульсні входи	6
Число портів зв'язку	1 (Ethernet)
Напруга та частота живлення	85-264 АС В, 47-63 Гц
Вхідний струм, мА	30-90

Сигнальна плата (SB) надає можливість додавати входи/виходи до CPU. Можливо встановити одну SB із цифровими або аналоговими входами/виходами. SB підключається спереду CPU.

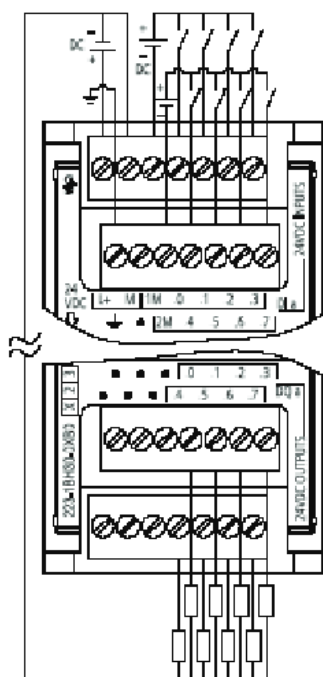


Рисунок 3.3 – Схема підключення SM1223

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики SM1223

Кількість входів	8
Кількість виходів	8
Номінальна напруга, В	24
Номінальний струм, мА	4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

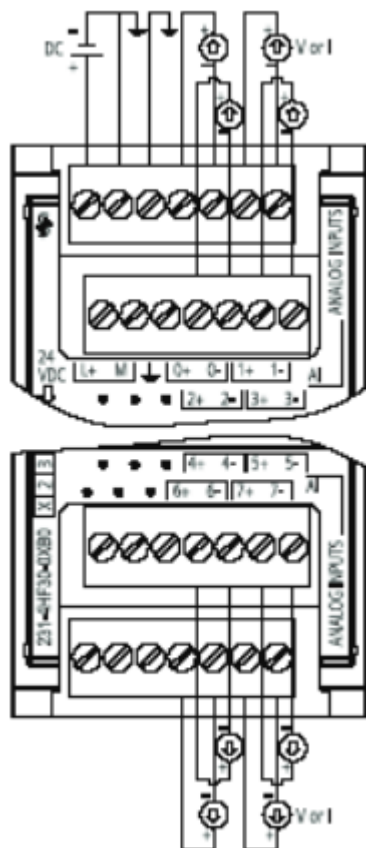


Рисунок 3.4 – Схема підключення SM1231

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики SM1231

Кількість входів	8
Номинальна напруга, В	24
Номинальний струм, мА	4

3.2 Підбір датчиків системи автоматизації

3.2.1 Датчик відстані

Датчики відстані є важливими елементами в багатьох галузях промисловості та технологій. Вони забезпечують точне вимірювання відстані до об'єктів або поверхонь і широко використовуються в автоматизації, робототехніці, автомобілебудуванні, системах безпеки та багатьох інших сферах.

Датчики відстані пропонують численні переваги, такі як висока точність, надійність і швидкість вимірювань. Вони можуть працювати в різних умовах освітлення та середовищах, що робить їх надзвичайно універсальними. Однак, існують і виклики, зокрема необхідність забезпечення стабільності вимірювань в умовах змінної температури, вологи та механічних вібрацій. Точність вимірювань також може залежати від відбивної здатності поверхні об'єкта.

Існує кілька типів датчиків відстані, кожен з яких використовує різні фізичні принципи для вимірювання відстані. Основні типи включають ультразвукові, інфрачервоні, лазерні та ємнісні датчики.

Таблиця 3.4 – Порівняння характеристик різних датчиків

Назва	TF-Luna	Sharp GP2Y0A02YK0F	HC-SR04
Тип датчика	Лазерний	Лазерний	Ультразвуковий
Максимальна довижна, м	8	1,5	0,15

Був обраний лазерний дальномір TF-Luna.

Лазерні датчики відомі своєю високою точністю і здатністю вимірювати великі відстані. Вони випромінюють лазерний промінь і вимірюють час його повернення після відбиття від об'єкта. Лазерні датчики використовуються в багатьох точних застосуваннях, таких як робототехніка, автоматизоване виробництво та контроль якості.



Рисунок 3.5 – TF-Luna

TF-Luna – це точковий дальномір, який працює за принципом вимірювання часу польоту (ToF). Завдяки особливій оптичній та електронній конструкції, цей пристрій забезпечує стабільне, точне і високо чутливе вимірювання відстані. Модуль TF-Luna здатний виявляти об'єкти з мінімальною довжиною краю 3,5 см на відстані 1 метра та об'єкти з мінімальною довжиною краю 28 см на відстані 8 метрів.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики CM1241

Максимальна відстава, м	8
Напруга, В	5 - 12
Частота, Гц	100
Похибка, %	0,6

3.2.2 Тензодавач

Тензодатчики, або датчики деформації, є пристроями, які вимірюють деформацію об'єктів під дією механічних навантажень. Вони використовуються для перетворення механічних деформацій в електричні сигнали, що дозволяє точно визначати силу, вагу, тиск або напругу. Принцип роботи тензодатчиків заснований на зміні електричного опору спеціальних матеріалів під час їх деформації. Зазвичай ці матеріали наносяться на тонку металеву пластину, яка прикріплюється

до об'єкта вимірювання. Коли об'єкт піддається навантаженню, пластина деформується, що викликає зміну опору матеріалу, яка фіксується електронною апаратурою.

Тензодатчики знаходять широке застосування в різних галузях промисловості завдяки своїй високій точності та надійності. Вони використовуються у системах вагового контролю, на виробничих лініях для моніторингу навантажень на машини та механізми, а також у будівництві для контролю за станом будівельних конструкцій. Крім того, тензодатчики відіграють важливу роль у розробці сучасних медичних приладів та спортивного обладнання, де точне вимірювання сили та навантаження є критично важливим. Їх використання дозволяє забезпечити високу точність вимірювань та підвищити безпеку та ефективність багатьох процесів.

Таблиця 3.6 – Порівняння характеристик різних датчиків

Назва	L6D-C3-10	H8C-C3-500	Zemic HM9B-C3-20t-16B
Діапазон вимірювання	0 – 10 кг	0 – 500 кг	0 – 2000 кг
Клас точності	C3	C3	C3
Похибка	0,02 %	0,02 %	0,02 %

Був обраний датчик L6D-C3-10

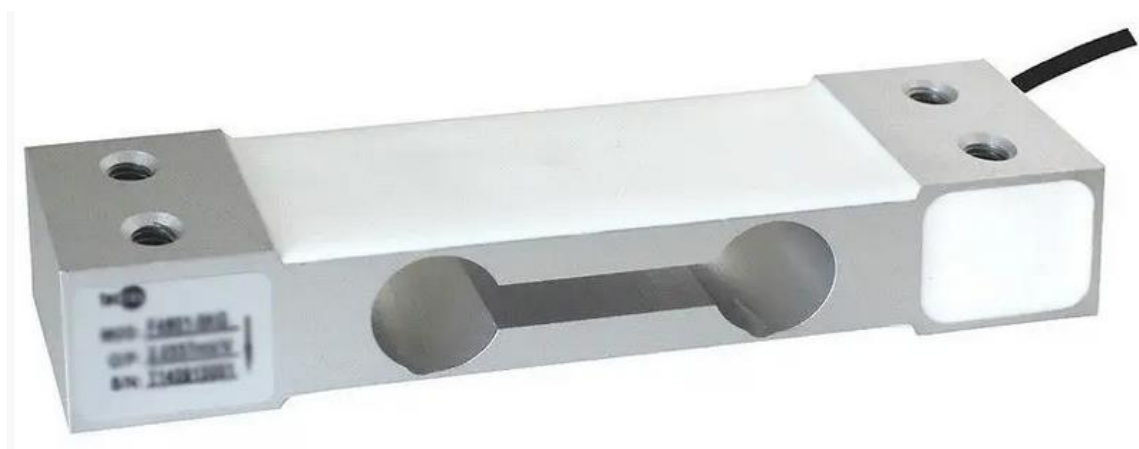


Рисунок 3.6 – L6D-C3-10

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики L6D-C3-10

Діапазон вимірювання, кг	0 – 10
Клас точності	C3
Похибка,%	0,02
Напруга живлення, В	5 - 12

3.2.3 Давач перешкод

Датчики перешкод, або сенсори для виявлення перешкод, є важливим компонентом багатьох автоматизованих систем. Вони використовуються для виявлення об'єктів або бар'єрів на шляху руху машин, роботів, транспортних засобів та інших пристроїв. Ці датчики можуть працювати на різних принципах, включаючи ультразвуковий, інфрачервоний, лазерний, радіохвильовий або оптичний.

Завдяки своїм різноманітним принципам роботи, датчики перешкод знаходять застосування в багатьох сферах. Вони використовуються в автомобільних системах безпеки, для запобігання зіткнень у робототехніці, в автоматичних дверях, у системах охорони, а також в різних промислових і логістичних процесах. Вибір типу датчика залежить від конкретних вимог до точності, дальності виявлення і умов експлуатації.

За рекомендацією мого дипломного керівника для проекту був обраний давач WL27-302630S12.

Оскільки ультразвукові та електромагнітні датчики не підходять за умовами експлуатації, доцільно використовувати як базовий сенсор «Фотоелектричний датчик SICK типу WL27-302630S12» (виробництва Німеччини). Фотоелектричні датчики відзначаються простотою у використанні, тому вони широко застосовуються як датчики присутності та інші датчики руху.



Рисунок 3.7 – WL27-302630S12

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики WL27-302630S12

Відстань, м	0.1 – 1,8
Робоча напруга, В	10
Клас захисту	IP65

3.3 Підбір виконавчих механізмів системи автоматизації

3.3.1 Кроковий двигун

Крокові двигуни – це електричні двигуни, які перетворюють електричні імпульси у дискретні механічні рухи. Вони широко використовуються в промисловості, робототехніці та автоматизованих системах через їхню високу точність, надійність і простоту керування. Кроковий двигун рухається на певний кут з кожним імпульсом, що надходить на його обмотки, що дозволяє точно контролювати положення валу двигуна.

Кроковий двигун складається з ротора (який може бути магнітним або мати зубчасту структуру) і статора з обмотками, розташованими в певному порядку.

Коли на обмотки статора подаються електричні імпульси в певній послідовності, виникає магнітне поле, яке притягує або відштовхує ротор, змушуючи його обертатися на заданий кут. Кожен імпульс відповідає певному кроку обертання ротора, звідки і походить назва "кроковий двигун".

Однією з головних переваг крокових двигунів є їхня здатність точно контролювати позицію без необхідності зворотного зв'язку. Вони можуть утримувати вал у фіксованому положенні при відсутності команди на рух. Крім того, крокові двигуни мають високу надійність та довговічність завдяки відсутності щіток та інших зношуваних компонентів.

Для нашої системи був обраний двигун Nema 17 42BYGH.

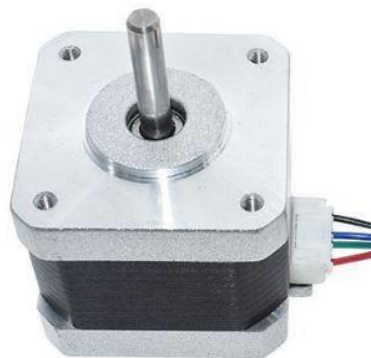


Рисунок 3.8 – Nema 17 42BYGH

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики Nema 17 42BYGH

Номінальний струм, А	1,7
Опір обмоток, Ом	1,5
Індуктивність обмоток, мГн	2,8

3.3.2 Драйвер керування кроковим двигуном

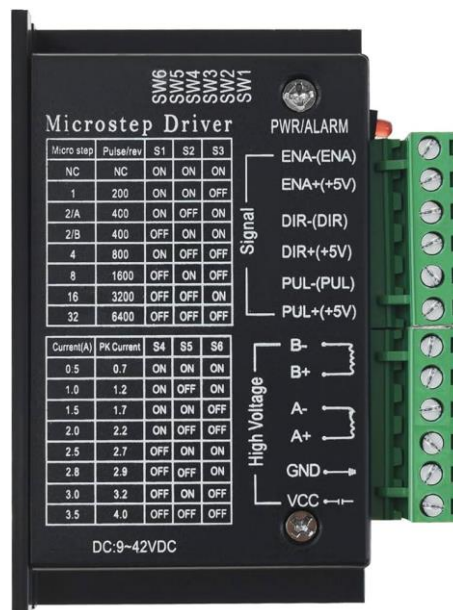
Драйвери для крокових двигунів – це спеціалізовані електронні пристрої, що забезпечують подачу струму на обмотки двигуна в певній послідовності для його коректної роботи. Вони відповідають за генерацію імпульсів, керування

швидкістю, напрямком і положенням ротора крокового двигуна. Драйвери також дозволяють реалізувати різні режими мікрокрокування, що підвищує точність і плавність руху двигуна.

Драйвери для крокових двигунів перетворюють команди від контролера (наприклад, мікроконтролера або комп'ютера) в електричні сигнали, які визначають, які обмотки двигуна повинні бути активовані і в якому порядку. Це досягається за допомогою Н-мостів, які дозволяють змінювати напрямок струму через обмотки двигуна. Сучасні драйвери можуть також здійснювати контроль за струмом, що дозволяє уникнути перегріву двигуна і забезпечити його стабільну роботу.

Драйвери для крокових двигунів широко застосовуються в різних областях, таких як 3D-принтери, ЧПУ верстати, робототехніка і автоматика. Вибір драйвера залежить від конкретних вимог до точності, швидкості та потужності. При налаштуванні драйвера важливо враховувати параметри крокового двигуна, такі як номінальний струм і напруга, а також вимоги до керування (наприклад, кількість кроків на оберт і тип мікрокрокування). Правильний вибір і налаштування драйвера забезпечують надійну та ефективну роботу крокового двигуна в будь-якій системі.

Нашу систему задовільнить ТВ6600.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-01 6.151.22.ПЗ

Арк.

36

Рисунок 3.9 – ТВ6600

Таблиця 3.10 – Технічні характеристики ТВ6600

Вхідна напруга, В	9 – 42
Робочий струм, А	4
Максимальна частота ШІМ, кГц	200
Мікрокрок	1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32

3.3.3 Блок живлення ПЛК

Блоки живлення є ключовими компонентами електронних пристроїв, оскільки вони забезпечують перетворення та стабілізацію вхідної напруги для живлення різноманітних електронних схем. Основним завданням блоку живлення є перетворення змінного струму (AC) з електромережі в постійний струм (DC), необхідний для роботи більшості електронних компонентів. Існують різні типи блоків живлення, серед яких найбільш поширеними є лінійні та імпульсні (SMPS) блоки. Лінійні блоки живлення прості за конструкцією, але менш ефективні через значні теплові втрати. Імпульсні блоки живлення є більш складними, проте вони забезпечують вищу ефективність та менші розміри завдяки використанню високочастотного перетворення.

Імпульсні блоки живлення (SMPS) стали дуже популярними завдяки своїм численним перевагам. Вони використовуються у широкому спектрі пристроїв, від комп'ютерів та побутової електроніки до промислового обладнання та телекомунікаційних систем. Головною перевагою імпульсних блоків живлення є їх висока ефективність, яка може досягати 90% і більше, що значно зменшує енергетичні втрати і тепловиділення. Крім того, вони здатні працювати при значних варіаціях вхідної напруги, що робить їх більш універсальними та надійними. Завдяки компактним розмірам і легкій вазі, імпульсні блоки живлення ідеально підходять для портативних пристроїв та застосувань, де важливі компактність і енергоефективність.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Для живлення ПЛК був обраний блок живлення для цього ПЛК від Siemens – РМ1207.



Рисунок 3.10 – РМ1207

Таблиця 3.11 – Технічні характеристики РМ1207

Вхідна напруга, АС, В	230
Вихідна напруга, DC, В	24
Потужність, Вт	60
Клас захисту	IP20

3.3.4 Блок живлення двигуна

Для живлення двигунів був обраний блок живлення RPS2410.



Рисунок 3.11 – RPS2410

Таблиця 3.11 – Технічні характеристики RPS2410

Вхідна напруга, АС, В	230
Вихідна напруга, DC, В	24
Вихідний струм, А	10
Потужність, Вт	240

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-01 6.151.22.ПЗ

Арк.

39

РОЗДІЛ 4 SCADA СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПАПЕРОРІЗАЛЬНОЇ МАШИНИ

4.1 Вибір програмного забезпечення

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) — це комплексна система, призначена для спостереження та управління промисловими процесами. Вона широко застосовується в багатьох галузях, таких як енергетика, водопостачання, нафтова та газова промисловість, виробництво та транспорт.

SCADA-системи є невід'ємною частиною сучасної промислової автоматизації, забезпечуючи ефективний і безпечний контроль над складними процесами. Вони дозволяють підприємствам підвищити продуктивність, знизити витрати та покращити якість продукції, забезпечуючи тим самим конкурентні переваги на ринку.

Види програмного забезпечення для SCADA-систем

Wonderware by AVEVA

Ignition by Inductive Automation

GE Digital iFIX

Siemens WinCC

Schneider Electric EcoStruxure

Rockwell Automation FactoryTalk

Чому обрано Ignition by Inductive Automation?

Ignition by Inductive Automation виділяється своєю інноваційністю та гнучкістю серед інших SCADA-рішень. Ось кілька причин, чому це програмне забезпечення є оптимальним вибором:

Масштабованість: Ignition легко адаптується під будь-яку кількість тегів, пристроїв та користувачів, що робить його підходящим як для невеликих підприємств, так і для великих корпорацій. Це дозволяє розширювати систему без значних змін у її структурі.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кросплатформеність: Програмне забезпечення працює на різних операційних системах, таких як Windows, macOS та Linux. Це забезпечує гнучкість у виборі апаратних платформ та інтеграцію в існуючу IT-інфраструктуру підприємства.

Веб-інтерфейс: Всі конфігурації та моніторинг здійснюються через веб-інтерфейс, що дозволяє отримувати доступ до системи з будь-якого місця. Це значно полегшує управління та контроль процесів, особливо для розподілених підприємств.

Модульність: Ignition складається з різних модулів, які можна додавати за потреби. Це включає модулі для зв'язку з різними протоколами (OPC, MQTT, Modbus тощо), візуалізації, аналітики, управління тривогами та багато іншого. Такий підхід дозволяє налаштувати систему під специфічні вимоги кожного підприємства.

Відкриті стандарти: Використання відкритих стандартів і протоколів дозволяє легко інтегрувати Ignition з іншими системами та пристроями, забезпечуючи гнучкість і можливість розширення функціональності.

Безпека: Ignition має потужні інструменти для управління доступом і захисту даних, що є критично важливим для промислових систем.

Ignition by Inductive Automation є сучасним, масштабованим і гнучким рішенням для SCADA-систем, яке пропонує широкі можливості для моніторингу та управління промисловими процесами. Завдяки своїй модульній архітектурі, кросплатформеності та веб-інтерфейсу, Ignition може бути легко адаптований під специфічні потреби будь-якого підприємства, забезпечуючи високу ефективність і надійність.

4.2 SCADA система керування паперорізальної машини

Була розроблена SCADA-система керування машинкою для різки паперу.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розроблено систему автоматизації паперорізальної машини.

Спочатку був проведений аналіз об'єкта:

Розглянута призначення та характеристики, область застосування.. Проведено огляд і порівняння існуючих систем різки паперу в поліграфії. Описано та проаналізовано структуру власного об'єкту.

В результаті аналізу технологічного процесу було розроблено схему кінематичну функціональну. За цією схемою розроблено функціональну схему автоматизації.

Детально розглянуті окремі контури керування (контур керування затлом, контур керування ножом для різки паперу, контур керування пресом та контур безпеки).

Складено таблицю вхідних та таблицю вихідних сигналів.

Обрані технічні засоби автоматизації, а саме: давачі, виконавчі механізми та контролер.

Розроблено SCADA-систему паперорізальної машини.

Отримані результати можуть бути використані для створення аналогічних систем, або модернізації існуючих.

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Moreira A, Silva F J G, Correia A I, Pereira T, Ferreira L P and de Almeida F
2018 Cost reduction and quality improvements in the printing industry Procedia
Manufacturing 17 pp 623-630
2. AMRI, Lala Hucadinota Ainul, et al. The Challenges and Strategies of Printing
Industry. In: Proceedings of the First Jakarta International Conference on
Multidisciplinary Studies Towards Creative Industries, JICOMS. 2022. p. 354.
3. Hayta, P., & Oktav, M. (2019). The Importance of Waste and Environment
Management in Printing Industry. European Journal of Engineering and Natural
Sciences, 3(2), 18-26
4. Villalba-Diez, J., Schmidt, D., Gevers, R., Ordieres-Mer´e, J., Buchwitz, M.,
Wellbrock, W. (2019). Deep learning for industrial computer vision
quality control in the printing industry 4.0. Sensors, 19 (18), 3987
5. Singhal P., Kundi S., Kumar A. (2020). An Automation Perspective of Print
Production Workflow System, International Journal of Innovative Technology
and Exploring Engibeering, 9(3), 1979-1983
6. Papulová, Z., Gažová, A. & Šufliarský, Ľ. (2022). Implementation of Automation
Technologies of Industry 4.0 in automotive manufacturing companies. Procedia
Computer Science 200, 1488–1497. DOI: 10.1016/j.procs.2022.01.350
7. C. Brecher, A. Müller, Y. Dassen, and S. Storms, “Automation technology as a
key component of the Industry 4.0 production development path,” Int. J. Adv.
Manuf. Technol., vol. 117, no. 7–8, doi: 10.1007/s00170-021-07246-5. (2021)
8. Kaur A. Paper. (2017). Machine Automation using PLC, VFD’s and HMI.
International Journal of Innovative Technology and Exploring Engibeering, 6(5),
590-593
9. Dr. C. Sarvama Murthi, Dr C.R. Rathish, J. Indirapriyadharshini, Deepak V., Dr
A. Sagai Francis Brutto. A Novel and Effective Method for Automatic Paper

					СУ-01 6.151.22.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Trimming and Cutting process in Paper Industries. International Journal of Advanced Science and Technology. (2020), 29(6), 4136-4143

10. Manikandan V. Reddiar, Dr Anil Suthar. Design & Implementation of Motion Controller for Industrial Paper Cutting Machine. International Journal of Recent and Innovatuin Trends in Computing and Communication. (2017), 5(4), 251-257.

11. Arunkumar, P. M., Priyadharsini, S., Akesh, R., Dharun, M., Gokul, M., & Gokul Pradeep, K. S. (2020). Fabrication Of Paper Cutting Machine Using Eye Mark Sensor. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 993

12. A. Ahlen, J. Akerberg, M. Eriksson, A. J. Isaksson, T. Iwaki, K. H. Johansson, S. Knorn, T. Lindh, and H. Sandberg, "Toward wireless control in industrial process automation: A case study at a paper mill," IEEE Control Systems Magazine, vol. 39, no. 5, pp. 36–57, 2019

					<i>СУ-01 6.151.22.ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

