

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
Кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації
ім. проф. Б.Б. Самотокіна

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: Автоматизована система керування верстатом полірування природного
каменю

Виконав студент 2 курсу, групи АТ-28м
спеціальності 174 “Автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані технології
та робототехніка”

Батюк М.О.
(прізвище та ініціали студента)

Керівник: канд. техн. наук,
старший викладач кафедри
Підтиченко О.В.
(науковий ступінь, вчене звання, посада,
прізвище та ініціали)

Рецензент: доктор техн. наук, професор
завідувач кафедри інформаційно-
вимірювальних технологій
Подчашинський Ю.О.
(науковий ступінь, вчене звання, посада,
прізвище та ініціали)

Житомир – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

**Факультет комп’ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки**

**Кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації
ім. проф. Б.Б. Самотокіна**

**Спеціальність 174 “Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології
та робототехніка”**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
робототехніки, електроенергетики
та автоматизації
ім. проф. Б.Б. Самотокіна
к.т.н., доц. Громовий О.А.

« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра

Студент _____ Батюк Микола Олександрович

1. Тема роботи: Автоматизована система керування верстатом полірування
природного каменю

Затверджена Наказом по університету від «12» листопада 2024 р. № 646/с

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру «20» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технічні вимоги до автоматизованої системи обробки
граніту та автоматизованих систем управління верстатами. Опис технології
обробки каменю. Технічна документація на контролер Delta та інші елементи
автоматики

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

1. Аналіз технологічного процесу полірування каменю 2. Розробка
функціональної схеми автоматизації. 3. Розробка структурної схеми системи
керування 4. Розробка електричної принципової схеми 5. Розробка
алгоритмічного забезпечення 6. Розробка програмного
забезпечення.

5. Перелік презентативного матеріалу (з точним визначенням обов’язкових
слайдів/креслень)

Функціональна схема автоматизації, структурна схема системи керування,
електрична принципова схема системи керування, блок-схема алгоритму
роботи.

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи магістра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технічна частина	Підтиченко О.В.	10.10.24	

7. Дата видачі завдання 10.10.2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Збір літературних даних за темою дипломної роботи	13.04.2024 – 28.04.2024	
2.	Розробка функціональної схеми автоматизації та структурної схеми системи керування	10.09.2024 – 15.09.2024	
3.	Розробка принципової схеми системи	16.09.2024– 19.09.2024	
4.	Вибір компонентів системи	21.09.2024 – 23.09.2024	
5.	Розробка блок-схеми алгоритму та програмного забезпечення	25.09.2024- 29.09.2024	
6.	Розробка прототипу	25.10.2024- 10.11.2024	
7.	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	10.11.2024 - 13.11.2024	

Студент

(підпис, дата)

Батюк М.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис, дата)

Підтиченко О.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В роботі проводиться обґрунтування актуальності створення автоматизованої система керування верстатом для полірування природного каменю

Розроблена структурна, функціональна та принципова схеми системи керування верстатом, обґрунтована елементна база, розроблена блок-схема алгоритму роботи та програма, розроблений прототип.

ABSTRACT

The work justifies the relevance of creating an automated control system for a machine for polishing natural stone

The structural, functional and principle diagrams of the machine control system have been developed, the element base has been substantiated, a flowchart of the work algorithm and program have been developed, and a prototype has been developed.

РЕФЕРАТ

Метою даної роботи магістра є розробка автоматичної система керування верстатом полірування природного каменю

Дипломна робота магістра на тему «Автоматизована система керування верстатом полірування природного каменю» містить 66 сторінок, 44 рисунка, 9 джерел.

Дипломна робота магістра складається з вступу, п'яти розділів та висновків.

У вступі описується призначення та актуальність системи, що пропонується розробити. Також проводиться опис мети та завдання розробки.

В першому розділі робиться опис технічного процесу та аналіз існуючих рішень.

В другому розділі розробка структурної та функціональної схеми.

В третьому розділі робиться розробка електричної принципової схеми

В четвертому розділі побудований алгоритм та розроблена відповідна програма.

В п'ятому розділі відбувається розміщення компонентів , збірка та тестування.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	10
1.1.Опис граніту	10
1.2.Верстати для полірування граніту.....	14
1.3. Аналіз існуючих технічних рішень.....	17
1.4. Вимоги до системи керування	18
1.5. Мета та задачі роботи	20
2. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ.....	23
2.1. Функціональна схема.....	23
2.2. Вибір датчиків та виконавчих пристроїв.....	25
2.2.1. Індуктивні датчики	25
2.2.2. Блок живлення.....	25
2.2.4. Вибір магнітного пускача	26
2.2.5. Вибір енкодера	27
2.3. Функції системи	27
2.4. Структурна схема системи керування	28
2.5. Висновки	29
3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ	31
3.1. Вибір елементів	31
3.1.1. Вибір контролера	31
3.1.2. Модуль розширення	32
3.1.3. Частотний перетворювач	32
3.1.4. Панель оператора	33
3.2. Опис принципової схеми.....	34
3.3.Висновки	38
4. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ КОНТРОЛЕРА ТА ПРОГРАМУВАННЯ	40
4.1 Алгоритми.....	40
4.2. Розробка програмного забезпечення панелі керування	47
4.3.Розробка програмного забезпечення ПЛК	50
4.4.Висновки	53

5.РОЗМІЩЕННЯ ТА ЗБІРКА	55
5.1. Розміщення кнопок управління, індикаторів та контролеру.....	55
5.2. Опис елементів та їх призначення.	57
5.3. Розміщення комплектуючих.	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
ДОДАТКИ.....	66

ВСТУП

У сучасному світі індустрія обробки природного каменю, зокрема таких матеріалів, як граніт і мармур, набуває все більшого значення. Ці матеріали широко застосовуються у різних сферах, таких як будівництво, виготовлення декоративних елементів, меблів та інших виробів, які поєднують естетичні та функціональні властивості. Проте процес обробки природного каменю, зокрема полірування, залишається досить складним і трудомістким. Він вимагає значних фізичних зусиль, високої кваліфікації працівників, а також багато часу. У звичайних умовах виконання таких операцій вручну є не лише виснажливим, але й потребує високого рівня точності, що значно ускладнює виробничий процес.

У наш час, враховуючи соціально-економічні та демографічні виклики, обумовлені, зокрема, військовими конфліктами, дефіцит кваліфікованих кадрів стає дедалі гострішою проблемою. Багато працівників, які раніше були залучені до виконання подібних фізичних робіт, тепер змушені виконувати інші завдання, наприклад, служити на фронті. У зв'язку з цим підприємства, що займаються обробкою каменю, стикаються з труднощами у забезпеченні виробничих процесів, адже нестача кадрів створює загрозу виконанню ключових операцій, таких як полірування.

У таких умовах автоматизація процесів полірування природного каменю є не лише актуальною, але й вкрай необхідною. Впровадження сучасних автоматизованих систем надає можливість істотно підвищити ефективність роботи підприємств, зменшити фізичне навантаження на працівників, а також значно скоротити витрати часу та фінансів на виконання виробничих операцій. Завдяки інтеграції новітніх технологій, таких як роботизовані комплекси, спеціалізовані датчики та високоточне програмне забезпечення, можливо досягти надзвичайно високого рівня точності полірування, забезпечити стабільну якість готових виробів та мінімізувати вплив людського фактору на виробничий процес.

Метою цього дипломного проекту є створення автоматизованої системи полірування природного каменю, яка стане інструментом для вирішення нагальної проблеми дефіциту кваліфікованих працівників. Така система дозволить не лише суттєво знизити фізичні навантаження на працівників, але й забезпечить значне підвищення продуктивності та ефективності виробничих процесів у сфері обробки каменю. У сучасних реаліях застосування таких систем є важливим кроком на шляху до повної автоматизації виробництва, що також сприяє оптимізації роботи підприємств в умовах нестабільної ситуації на ринку праці.

Крім того, у цьому дипломному проекті буде здійснено всебічний аналіз сучасних технічних рішень та технологій автоматизації у сфері обробки природного каменю. Результати цього аналізу дозволять порівняти існуючі розробки з запропонованим у проекті рішенням, що дозволить чітко визначити його переваги та можливі напрямки вдосконалення.

Таким чином, даний дипломний проект є актуальним і важливим як з точки зору вирішення проблеми дефіциту робочої сили, так і для підвищення рівня автоматизації виробничих процесів. У результаті роботи буде розроблено прототип автоматизованої системи керування верстатом для полірування природного каменю. Цей прототип буде відповідати всім сучасним вимогам виробництва та зможе ефективно застосовуватися у реальних виробничих умовах, що стане важливим внеском у розвиток галузі обробки каменю.

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

1.1.Опис граніту

Граніт — це природна гірська порода, яка є одним з найпоширеніших та використовуваних матеріалів у будівництві, обробці каменю та декоративному мистецтві. Його властивості, краса і міцність роблять граніт популярним вибором для різноманітних застосувань. У цьому пункті ми розглянемо походження граніту, його склад, фізичні та хімічні властивості, методи видобутку, обробки та основні області застосування.

- Походження граніту:

Граніт утворюється в результаті глибинного затвердіння магми під землею. В процесі геологічних процесів магма з високим вмістом розплавлених мінералів, таких як кварц, фельдшпат і слюда, знаходиться велика глибина та висока температура. З поступовим охолодженням магми кристалізуються мінерали, утворюючи великі зерна, що є характерною особливістю граніту. Затверділа магма, або граніт, зазвичай розташовується глибоко під землею, і його видобуток вимагає розкриття надр.

- Склад граніту:

Граніт складається переважно з трьох мінералів: кварцу, фельдшпату та слюди. Кварц — це один з найпоширеніших мінералів на землі і складає приблизно 20-40% маси граніту. Він має масу фізичних та хімічних властивостей, включаючи високу міцність і стійкість до хімічного впливу.

Фельдшпати складають близько 40-60% маси граніту і розподіляються в ньому у вигляді кристалів. Ці кристали можуть бути різних видів фельдшпатів, таких як ортоклаз, плеїгійоклаз або мікроклін. Фельдшпати надають граніту його характерну кольорову палітру, яка може бути від білого та сірого до рожевого, червоного, жовтого та навіть чорного.

Слюда, третій основний компонент граніту, має листоподібну структуру і зазвичай знаходиться між кристалами кварцу та фельдшпату. Слюда надає граніту його характерну блискучість та текстуру.

У додаток до цих основних мінералів, граніт може містити різноманітні додаткові мінерали, такі як біотит, амфібол, піроксен та інші, що можуть впливати на його вигляд та властивості.

- Фізичні та хімічні властивості граніту:

Граніт має кілька характеристик, які роблять його популярним будівельним матеріалом. Основні фізичні та хімічні властивості граніту включають:

Міцність: Граніт відомий своєю високою міцністю і твердістю. Його здатність витримувати великі навантаження робить його ідеальним для використання у будівництві, підлогах, пам'ятниках тощо.

Відпори стиранню: Граніт є високоабразивним матеріалом, що означає, що він відмінно витримує механічне стирання та подряпини.

Водонепроникність: Граніт має низьку водопоглинання, що робить його стійким до впливу вологи. Це дає йому перевагу у вологих середовищах, таких як ванні кімнати та кухні.

Термостійкість: Граніт володіє високою термостійкістю, витримує значні температурні коливання, не піддається деформації або розколу під впливом високих температур. Це робить його популярним вибором для вогнетривких конструкцій та виробів.

Кольорове різноманіття: Граніт доступний в широкій гамі кольорів, що дає можливість вибрати матеріал, що відповідає певному дизайну чи стилю.

Хімічна стійкість: Граніт має високу стійкість до хімічних впливів, включаючи кислоти, лужні розчини та багато інших хімічних речовин.

- Видобуток та обробка граніту:

Видобуток та обробка граніту включають кілька етапів, щоб підготувати його для використання у будівництві та дизайні:

Дослідження та розробка: Першим етапом є проведення геологічних досліджень для виявлення наявності гранітних родовищ. Геологи визначають локації, де знаходиться якісний граніт. Після цього проводяться вибіркові зразки для аналізу складу та якості граніту.

Видобуток: Після виявлення родовища граніту починається процес його видобутку. Це може включати використання важких машин та обладнання для видалення гранітних блоків з надр землі. Часто використовуються вибухові речовини для розламування великих масивів граніту.

Транспортування: Після видобутку гранітні блоки перевозяться до обробних підприємств або складів. Для транспортування можуть використовуватись різноманітні техніки, включаючи вантажівки, поїзди або навіть кораблі, якщо блоки перевозяться на великі відстані.

Підготовка та обробка: Прибувши на місце обробки, гранітні блоки проходять кілька етапів підготовки. Це включає розрізання блоків на менші шматки за допомогою спеціальних пилин та інструментів. Після цього блоки можуть піддаватися додатковим обробкам, таким як шліфування, полірування, обрізка та фінішне оформлення.

Застосування: Граніт після обробки може бути використаний у будівництві, монументальному мистецтві, виготовленні пам'ятників, столів, кухонних стільниць, підлог, облицюванні стін та багатьох інших виробів. Його міцність, витривалість та природна краса роблять його привабливим вибором для різноманітних проектів.

- Основні області застосування граніту:

Граніт має широкий спектр застосувань у будівництві та декоративному мистецтві. Основні області застосування граніту включають:

Будівництво: Граніт використовується для створення будівельних конструкцій, включаючи фасади будівель, підлоги, сходи, віконні парти, двері та інші архітектурні деталі. Він надає будівлям міцність, стійкість та естетичну привабливість.

Пам'ятники та монументи: Граніт використовується для створення пам'ятників та монументів, як пошани великим історичним подіям, так і як пам'яті окремих осіб. Його міцність та стійкість роблять його ідеальним матеріалом для створення вічних пам'ятників.

Декоративне мистецтво: Граніт використовується для створення скульптур, фонтанів, рельєфів та інших художніх виробів. Він надає можливість художникам виразити свою творчість та створити вражаючі вироби, які зберігаються протягом тривалого часу.

Кухонні та ванні кімнати: Граніт використовується для створення стільниць, підлог та облицювання в кухнях та ванних кімнатах. Він має високу міцність, водостійкість та стійкість до подряпин, що робить його популярним вибором для цих приміщень.

Зовнішнє оздоблення: Граніт використовується для створення елементів зовнішнього оздоблення, таких як тротуари, бруківка, пагорби та інші елементи ландшафтного дизайну. Він надає привабливість, стійкість та тривалість у зовнішніх умовах.

Граніт — це чудовий природний матеріал, який поєднує в собі красу, міцність та стійкість. Його широкий спектр застосувань робить його

незамінним у будівництві та декоративному мистецтві. Завдяки своїм унікальним властивостям, граніт залишається популярним матеріалом у різних галузях.

1.2.Верстати для полірування граніту

Полірувальні верстати є важливими інструментами в обробці граніту, забезпечуючи високу якість поверхні та естетичні характеристики готових виробів. Полірування граніту дозволяє досягти бажаного блиску та гладкості, що робить матеріал ідеальним для використання в декоративних елементах, таких як стільниці, підвіконня, підлоги та пам'ятники. Цей процес необхідний для підвищення візуальної привабливості гранітних плит та забезпечення їх довговічності.

Полірувальні верстати для граніту використовують абразивні інструменти та спеціальні рідини для досягнення бажаного ефекту. Ось кілька основних типів полірувальних верстатів та методів їх роботи:

- **Конвеєрні полірувальні верстати:** Цей тип верстатів використовується для серійного полірування великих кількостей плит граніту. Плити подаються по конвеєрній стрічці, що дозволяє ефективно обробляти їх одразу з двох або більше сторін. Полірувальні головки, оснащені абразивними дисками або колодками, рухаються вздовж плит, поступово знімаючи верхні шари матеріалу і створюючи гладку, блискучу поверхню. Можна побачити на рисунку 1.1.

- **Ротаційні полірувальні верстати:** Ці верстати використовують обертові диски або плити для полірування гранітних поверхонь. Завдяки високій швидкості обертання та використанню спеціальних абразивних матеріалів, вони дозволяють досягти максимальної гладкості та блиску. Ротаційні верстати часто використовуються для обробки менших за розміром плит або окремих деталей.

- **Полірувальні верстати з водяним охолодженням:** Полірування граніту часто супроводжується значним нагріванням матеріалу, що може

призвести до його пошкодження. Для запобігання цьому на полірувальних верстатах використовується система охолодження, що подає воду або охолоджувальну рідину безпосередньо на інструменти та поверхню каменю. Це дозволяє не тільки зберегти якість обробки, але й продовжити термін служби полірувальних інструментів.

- **Автоматизовані полірувальні верстати:** З розвитком технологій з'явилися автоматизовані верстати, здатні виконувати полірування без участі оператора. Вони оснащені програмованими контролерами, які забезпечують точність процесу і дозволяють досягти однакової якості обробки для кожної плити. Такі верстати використовуються на великих виробничих лініях, де важлива висока продуктивність та сталість результату.

Вибір полірувального верстату залежить від розміру та типу оброблюваних плит, а також вимог до якості поверхні. Важливими характеристиками полірувальних верстатів є швидкість обробки, точність, а також можливість обробляти плиту різної товщини і форми.

Існують також різні види полірувальних інструментів для граніту, включаючи діамантові абразиви, які використовуються для досягнення найкращого результату.

Після полірування граніт може бути використаний для виготовлення столів, підвіконь, підлогових покриттів, кухонних стільниць, а також елементів архітектурного дизайну.

Зображення полірувального верстату для граніту з водяним охолодженням та автоматизованою системою можна побачити на рисунку 1.2.



Рис. 1.1. Полірувальна лінія



Рис. 1.2. Автоматизований полірувальний верстат

1.3. Аналіз існуючих технічних рішень

Аналіз існуючих технічних рішень для автоматизованої системи керування полірувальним верстатом по обробці граніту був проведений відповідально та ретельно. Було розглянуто різні системи керування, включаючи як готові рішення, так і ті, що можна було б створити самостійно. Проте результати аналізу вказали на те, що на ринку існує обмежена кількість готових рішень, а більшість з них продається разом з полірувальними верстатами або виробляється в обмеженій кількості і не є універсальними.

Зазвичай готові технічні рішення, що виготовляються в масовому виробництві, знаходяться за кордоном, що може призвести до складнощів з обслуговуванням та доступністю в Україні. Крім того, ціни на такі системи можуть бути значно вищими через високі витрати на транспортування та митні збори.

Також, слід зазначити, що технічні рішення, що виготовляються в Україні, зазвичай мають обмежену функціональність і меншу кількість опцій порівняно з готовими рішеннями, що виробляються за кордоном. Це може призвести до обмеженого застосування таких систем у виробничих умовах та складнішому налагодженню їх роботи. Окрім того, відсутність інструкцій та принципових схем може стати проблемою при обслуговуванні та ремонті таких систем.

Отже, при виборі технічного рішення для автоматизованої системи керування полірувальним верстатом по обробці граніту, необхідно ретельно провести аналіз різних варіантів, звернувши увагу на їх технічні характеристики, функціональні можливості та цінові параметри. При цьому слід пам'ятати про те, що готові рішення, що виготовляються в масовому виробництві, можуть бути недоступні або неможливі для підключення до конкретних умов виробництва. Якщо вибір падає на технічне рішення, що виготовляється в Україні, слід пам'ятати про можливі проблеми з

обслуговуванням та налагодженням роботи, які можуть виникнути через відсутність необхідної документації.

При аналізі було звернуто увагу на технічні характеристики, функціональні можливості та цінові параметри різних рішень. Було виявлено, що багато з готових рішень не відповідають всім вимогам, що поставлені перед автоматичною системою керування для полірувального верстату по обробці граніту. Також було визначено, що більшість з готових рішень мають високу вартість та не відповідають вимогам щодо функціональності та ефективності роботи.

Після уважного порівняння доступних рішень, було зроблено висновок, що найкращим рішенням для даної системи є використання контролера Delta SA2. Цей контролер має технічні характеристики, відповідає вимогам щодо функціональності та ефективності роботи, а також має доступну ціну. Завдяки цим факторам, Delta SA2 показав найкращу співвідношення ціна-якість та має всі необхідні можливості для ефективної роботи полірувального верстату по обробці граніту.

1.4. Вимоги до системи керування

Технічне завдання передбачає розробку автоматизованої системи керування для полірувального верстата по обробці граніту. Система повинна забезпечувати автоматичний контроль над всіма етапами процесу обробки, включаючи налаштування параметрів верстата, вибір траєкторії руху, контроль за точністю та якістю обробки, а також попередження про можливі несправності.

Основні функціональні вимоги до системи керування включають:

- налаштування параметрів верстата в залежності від властивостей матеріалу;
- попередження про можливі несправності та аварії;

- можливість налаштування параметрів системи керування та збереження налаштувань;

Для реалізації цих функціональних вимог система повинна мати такі складові:

- контролер з програмним забезпеченням для керування полірувальним верстатом;
- інтерфейс для взаємодії з користувачем;
- датчики швидкості та положення для контролю процесу обробки;
- перетворювач частоти для контролю швидкості;

Розробка системи керування повинна відповідати стандартам безпеки. Також, система повинна бути проста та зручна у використанні для оператора, забезпечуючи інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача із зручними інструментами для налаштування параметрів та моніторингу процесу обробки.

Для успішної реалізації проекту необхідно провести такі етапи роботи:

1. Аналіз вимог:

- Детальне вивчення процесу обробки граніту та характеристик полірувального верстата.
- Виявлення основних функціональних та технічних вимог до системи керування.

2. Проектування системи:

- Вибір апаратної платформи та програмного забезпечення для системи керування.
- Розробка архітектури системи та вибір необхідних компонентів.

- Розробка алгоритмів автоматичного керування процесом полірування граніту.
- Проектування інтерфейсу користувача для зручного взаємодії з системою.

3. Реалізація системи:

- Підготовка апаратної частини, включаючи підключення датчиків.
- Розробка програмного забезпечення для керування верстатом та обробки вхідних даних.
- Інтеграція апаратної та програмної частин системи.

4. Тестування системи:

- Перевірка відповідності реалізованої системи вимогам та специфікаціям.
- Виконання тестів на симуляційних та реальних даних для перевірки працездатності та ефективності системи.
- Оцінка точності та якості обробки граніту.

5. Документування та звітність:

- Підготовка технічної документації, включаючи інструкцію з користування.

Важливо врахувати специфічні потреби і вимоги до процесу обробки граніту, забезпечити безпеку та ефективність роботи системи, а також зрозумілість та зручність користування для операторів.

1.5. Мета та задачі роботи

На основі проведеного аналізу технологічних аспектів полірування каменю можна зробити висновок, що цей процес є надзвичайно трудомістким і вимагає значних фізичних та часових витрат. Для зменшення цих навантажень і підвищення ефективності обробки розробляються

спеціалізовані верстати, які дозволяють автоматизувати ряд ключових операцій. Серед таких операцій – автоматичне керування швидкістю обертання полірувального інструменту, точне позиціонування цього інструменту, регулювання швидкості руху осей та інших елементів верстата.

Запровадження подібного обладнання значно спрощує виконання складних і трудомістких операцій, скорочує потребу у залученні великої кількості персоналу, а також забезпечує підвищення рівня безпеки на виробництві. Це підтверджує важливість і актуальність створення таких верстатів, що й стало основною метою цієї роботи.

Крім проєктування механічних частин верстатів, однією з найважливіших складових автоматизації є розробка відповідних систем керування. Ці системи дозволяють виконувати зазначені завдання в автоматичному режимі, мінімізуючи участь оператора. Серед основних функцій таких систем – управління переміщенням рухомих елементів, увімкнення та вимкнення головного шпинделя з полірувальним інструментом, регулювання його швидкості обертання та інші операції, які забезпечують ефективну і безпечну роботу верстата.

Таким чином, створення автоматизованих систем керування для полірувальних верстатів є важливим напрямом у розвитку технологій обробки каменю, що дозволяє не лише підвищити продуктивність виробничих процесів, а й забезпечити стабільну якість продукції та безпеку праці.

Все сказане визначило мету роботи, якою є розробка верстату для полірування каміння та його автоматизованої системи керування, що забезпечує увімкнення рухомих органів, позиціонування інструменту, керування швидкістю руху, швидкістю інструменту та забезпечення автоматичного циклу обробки.

Для досягнення мети в роботі необхідно виконати ряд задач:

1. Проаналізувати технологію обробки каміння, зокрема його полірування, проаналізувати типові підходи до створення аналогічних систем.
2. Розробити технологічну схему роботи верстата з полірування каміння.
3. Визначити керовані параметри, розробити функціональну схему автоматизації.
4. Обрати необхідні елементи автоматики, розробити структурну схему системи керування.
5. Обрати контролер та інші електронні компоненти, розробити схему електричну принципову системи керування верстатом.
6. Розробити інтерфейс оператора.
7. Розробити алгоритмічне забезпечення контролера.
8. Розробити програмне забезпечення контролера.
9. Виконати монтаж та збірку системи керування на реальному обладнанні.

Об'єктом дослідження є: процес полірування природного каміння за допомогою полірувального верстата.

Предметом дослідження: автоматизація процесу керування полірувальним верстатом, що виконує обробку природного каміння.

Практична цінність роботи. Розроблено апаратне, алгоритмічне та програмне забезпечення системи автоматизованого керування процесом полірування природного каміння за допомогою полірувального верстата на основі промислового контролера фірми Delta. Виконано практичну реалізацію розробок у вигляді побудованого верстата, готового до використання у виробництві.

2. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ

Відповідно до поставленої в роботі задачі необхідно розробити в першу чергу конструкцію верстата. Пропонована технологічно-конструктивна схема верстату для полірування природного каменю наведена на рис.2.1.

На даному рисунку показана схема осей полірувального верстата, який використовується для обробки граніту. Для кращого розуміння термінів, які застосовуються в даному проєкті.

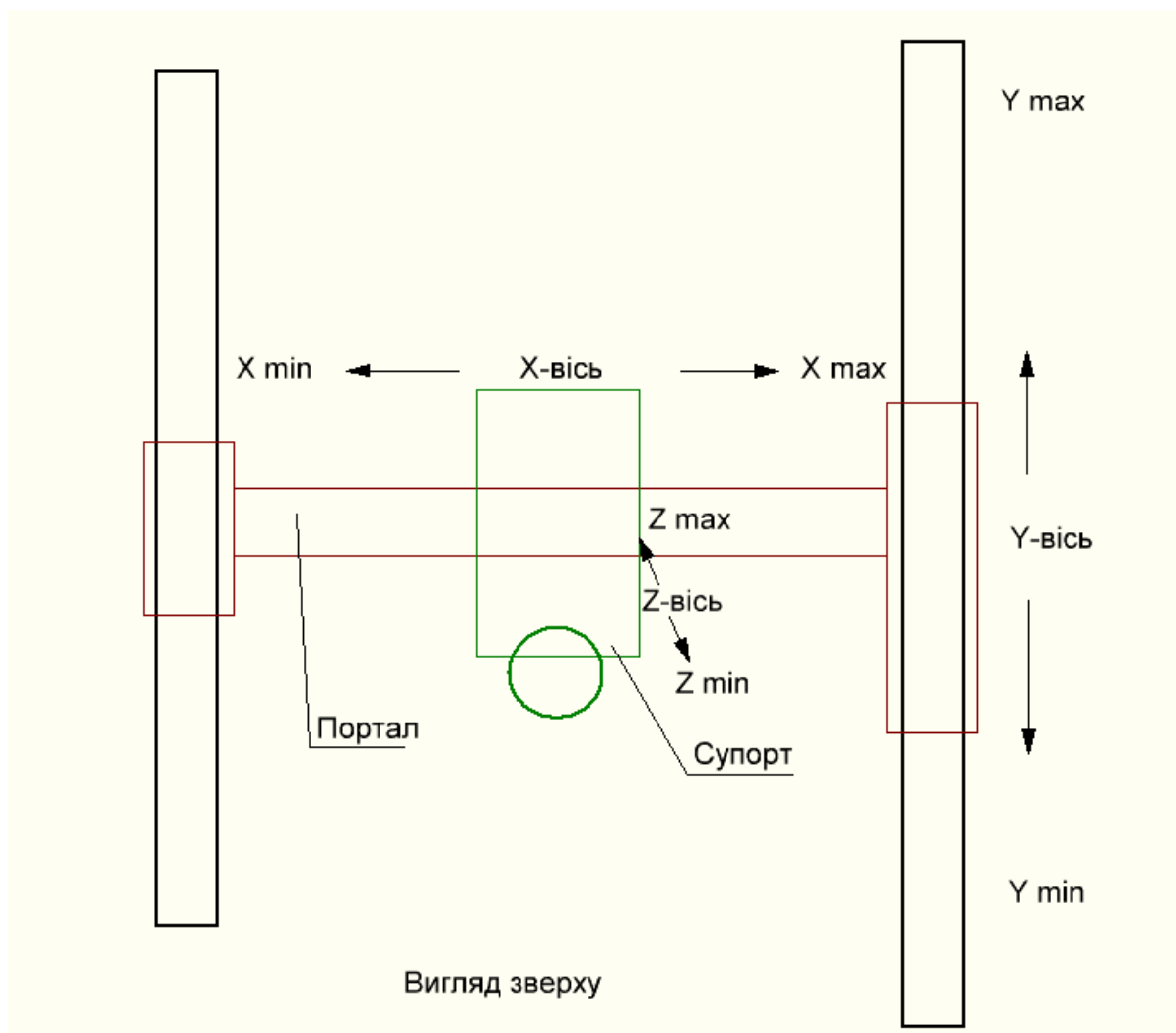


Рис. 2.1. Схема осей полірувального верстату

2.1. Функціональна схема.

На рисунку 2.2 зображена функціональна схема та в додатку А.

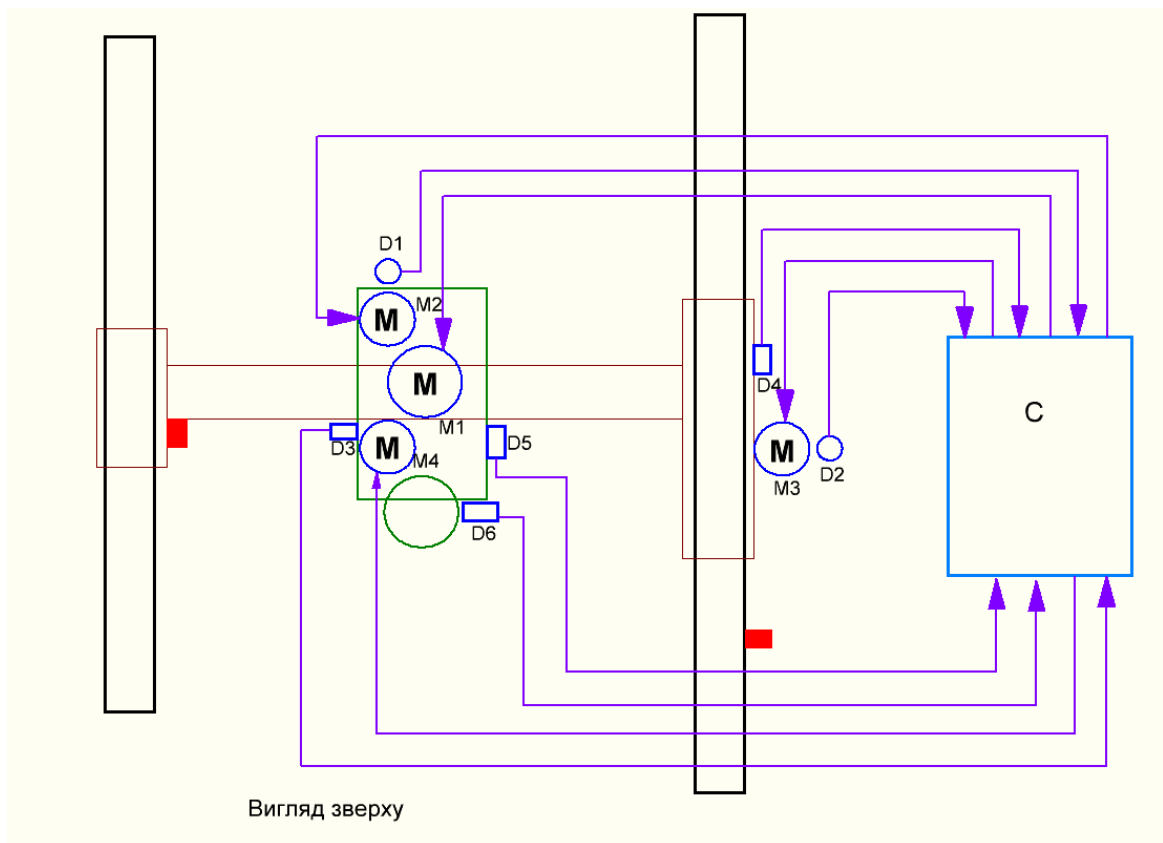


Рис. 2.2. Функціональна схема

- D1 – Енкодер для зчитування положення X-осі та швидкості руху.
- D2 – Енкодер для зчитування положення Y-осі та швидкості руху.
- D3 – Індуктивний датчик, використовується для калібрування положення X-осі.
- D4 – Індуктивний датчик, використовується для калібрування положення Y-осі.
- D5 – Індуктивний датчик який працює, як кінцевий вимикач Z-осі.
- D6 – Індуктивний датчик, спрацьовує коли полірувальна головка піднята.
- M1 – Головний двигун.
- M2 – Двигун X-осі.
- M3 – Двигун Y-осі.
- M4 – Двигун підйому, опускання Z-осі

2.2. Вибір датчиків та виконавчих пристроїв

2.2.1. Індуктивні датчики

Для реалізації функції кінцевих вимикачів в нашому проекті будемо використовувати датчики LJ18A3-8-Z/BY (рис.2.3). Вони дозволяють здійснювати контроль над рухом механізмів, що забезпечує безпеку та ефективність роботи. Дані датчики є достатньо надійними та простими у використанні, мають досить широкий діапазон робочої температури та підходять для використання в різних умовах роботи. Також вони є досить доступними на нашому ринку, що робить їх привабливим вибором для нашого проекту. Крім того, датчики LJ18A3-8-Z/BY мають високу стійкість до води, що робить їх ідеальним варіантом для використання в наших умовах роботи, де можливі певні впливи вологи та води.



Рис. 2.3. Датчик LJ18A3-8-Z/BY

2.2.2. Блок живлення

У нашому проекті ми вирішили використовувати блок живлення HDR-30-24 (рис. 2.4). Основними причинами цього вибору були доступність на ринку та відносно низька ціна. Крім того, він має хорошу якість та може забезпечити необхідну потужність для наших потреб. Важливою особливістю цього блоку живлення є його стійкість до різних впливів зовнішнього середовища, що дозволить нам використовувати його в різних умовах роботи.



Рис. 2.4. Блок живлення HDR-30-24

2.2.4. Вибір магнітного пускача

Вибрано контактор ПМ 1-09-01 (LC1-D0901) від АСКО-УКРЕМ зі значенням струму 9А та напругою 220 В/АС (рис. 2.6). Це обрано на підставі того, що для двигунів максимальної потужності 2.2 КВт достатньо 9А. Додатковий НЗ контакт дозволить забезпечити увімкнення тільки одного пускача.



Рис. 2.6. ПМ 1-09-01

2.2.5. Вибір енкодера

Для здійснення позиційного керування приводами обремо енкодер E6B2-CWZ5B (рис.2.7). Цей енкодер обраний через його PNP тип підключення, а також доступну ціну.



Рис. 2.7. Енкодер E6B2-CWZ5B

2.3. Функції системи

Наша система має включати ряд функцій, які забезпечать їй конкурентну перевагу над іншими системами управління. Крім того, вона повинна бути зручною в експлуатації, багатофункціональною та універсальною для використання.

Наша система має містити такі функції:

- Запуск полірування з будь-якої заданої плити.
- При закінченні полірування, відбувається переїзд в точку зміни інструменту(встановлюється в налаштуваннях)
- Автоматичний перегін в кінець робочої зони, для вивантаження та завантаження верстата заготовками
- Обмеження руху осей по координатам (встановлюються в налаштуваннях)
- Аварійна зупинка, при тривалій роботі головного двигуна на перевищеному струмі.

- Аварійна зупинка, якщо хоча б один з ПЧ видає помилку.
- Аварійна зупинка, якщо енкодер не видає сигналу, при русі.
- Регулювання швидкості обертання робочого інструменту.
- Можливість встановлення додаткових аварійних датчиків.
- Встановлення швидкості руху осей на панелі керування в мм/хв.
- Відображення аварійного режиму та назва помилки, що дозволяє набагато швидше зрозуміти чому виникла аварійна зупинка та виправити її.

2.4. Структурна схема системи керування

Для реалізації системи керування на основі обраних елементів автоматики складено структурну схему, наведену на рис. 2.8.

На схемі прийнято наступні позначення.

БЖ – блок живлення, для живлення контролера та всіх датчиків.

Л1 – індикаторна лампа “Увімкнено”.

Л2 – індикаторна лампа “Аварія”.

Л3 – індикаторна лампа “Робота”.

Д1 – індуктивний датчик, який працює як точка калібровки осі X.

Д2 – індуктивний датчик, який працює як точка калібровки осі Y.

Д3 – індуктивний датчик, який дає сигнал коли піднята полірувальна головка.

Д4 – індуктивний датчик, який працює як кінцевий вимикач Z осі

Ен1 – Енкодер X осі, для точного позиціонування.

Ен2 – Енкодер Y осі, для точного позиціонування

МП1 – магнітний пускач для підйому по Z осі

МП2 – магнітний пускач для опускання по Z осі.

ПЧ1 – перетворювач частоти, використовується для руху Х осі

ПЧ2 – перетворювач частоти, використовується для руху У осі

ПЧ3 – перетворювач частоти, використовується регулювання обертів шпинделя

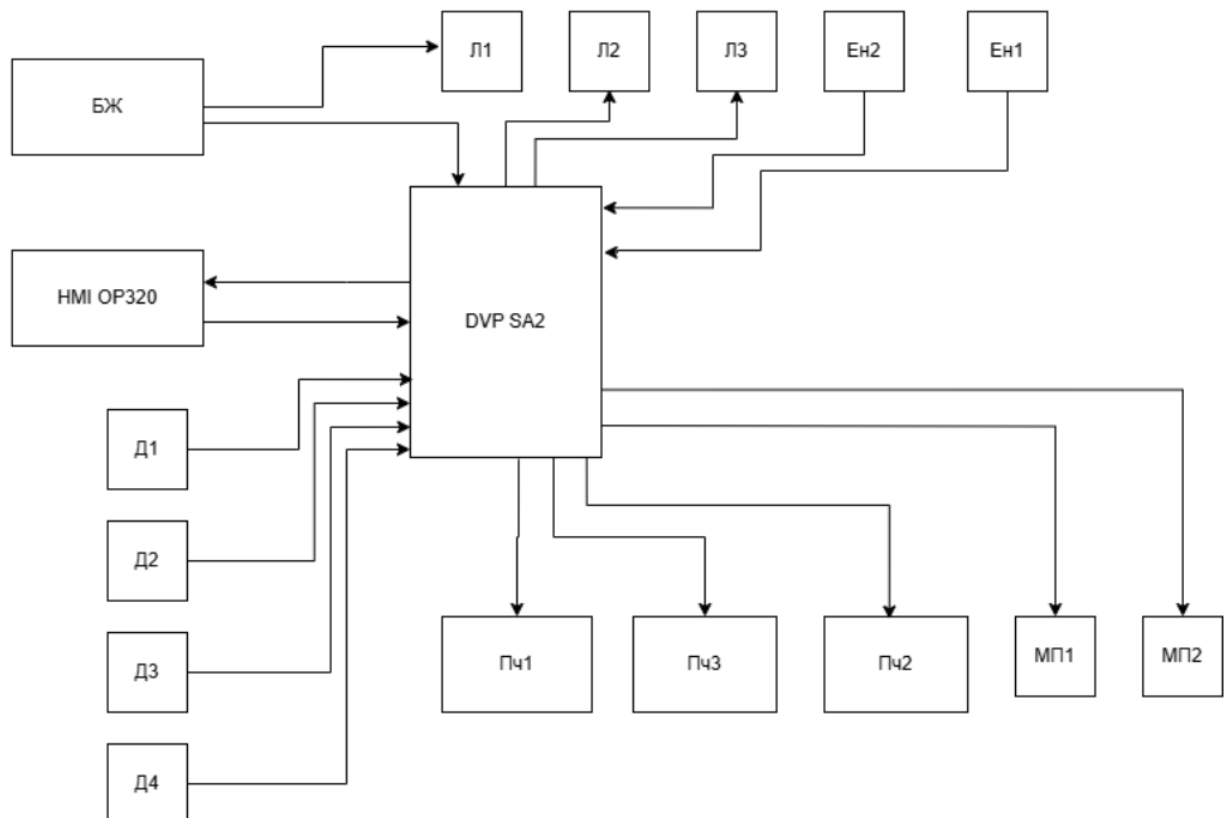


Рис. 2.8. Структурна схема

2.5. Висновки

Було розроблено конструкцію полірувального верстата для обробки природного каменю, зокрема гранту. Створено технологічно-конструктивну схему, яка включає осі, необхідні для точного позиціонування та руху верстата. Для кращого розуміння термінів і елементів проекту було наведено функціональну схему, що описує роботу основних датчиків, двигунів та виконавчих пристроїв.

Було обрано індуктивні датчики для кінцевих вимикачів і калібрування осей, що забезпечують високу надійність і стійкість до впливу вологості. Для стабільної роботи системи було вибрано блок живлення HDR-30-24, що надає необхідну потужність. Магнітний пускач забезпечує керування двигуном. Також для позиційного керування осей вибрано енкодер, що гарантує точність позиціонування.

Була визначена низка функцій, що забезпечують безпеку та ефективність роботи верстата, серед яких аварійні зупинки, автоматичне переміщення для завантаження та вивантаження заготовок, а також регулювання швидкості інструменту.

Структурна схема системи керування була розроблена з урахуванням всіх компонентів автоматики, таких як датчики, енкодери, магнітні пускачі і перетворювачі частоти, що забезпечують безперебійну роботу та точність виконання завдань.

3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

3.1. Вибір елементів

3.1.1. Вибір контролера

В контексті даного дипломного проекту, вибір контролера є критичним етапом, оскільки він визначає функціональні можливості та характеристики системи керування. Критерії вибору контролера були такими:

Наявність двох Rs485 для панелі оператора та керування приводами

Живлення 24В

Мінімальна кількість входів: 16 цифрових

Мінімальна кількість Високошвидкісних входів: 4

Мінімальна кількість виходів: Релейні 6

Наявність вбудованих таймерів

Після проведеного аналізу ринку було встановлено, що найкращим варіантом за ціною є Delta DVP-SA2(рис.3.1) та блок розширення для нього, який забезпечить додатковими виходами та входами

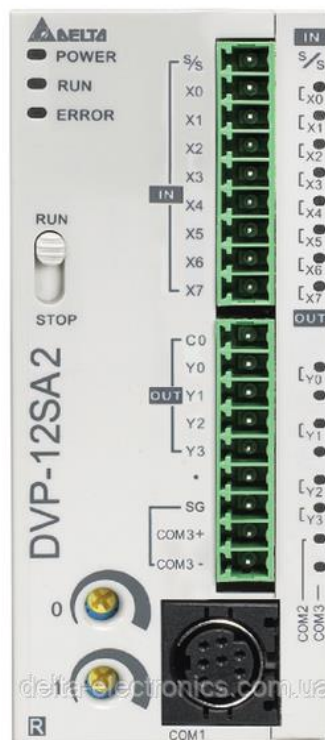


Рис. 3.1. Контролер Delta DVP -SA2

3.1.2. Модуль розширення



Рис. 3.1. Контролер Delta dvp-16SP11R

3.1.3. Частотний перетворювач

Для нашого проекту було вибрано використання перетворювача частоти AE200H 2.2 кВт з живленням 330 В (рис.3.3). Причиною є те, що у нашій роботі використовуються верстати з різною потужністю двигунів, які зазвичай коливаються від 0.5 кВт до 1.5 кВт. Однофазні частотні перетворювачі повністю підійдуть до наших потреб, тому що вони зможуть забезпечити достатньої потужності для таких двигунів. Також одним з важливих критеріїв, це була наявність RS485 для керування і зворотнього зв'язку по даним.

Для вибору конкретного перетворювача частоти, також враховувалась його вартість та якість. Після аналізу різних варіантів було вирішено обрати саме AE200H на 2.2 кВт. Цей перетворювач має гарне співвідношення ціна-якість та є доступним на нашому ринку, що також вплинуло на наш вибір.



Рис. 3.3. Перетворювач частоти AE200H 2.2kw 220v

3.1.4. Панель оператора

Основним критерієм вибору для нас було це наявність Rs485 або Rs232 та ціна, тому була обрана сама дешева панель op320A, яка має діагональ екрана 3.7 дюйма, живлення 24vdc



Рис. 3.4. Перетворювач частоти Op320-A

3.2. Опис принципової схеми

Використовуючи обрані компоненти, побудуємо принципову схему, та розділимо її на частини для кращого сприйняття.

Почнемо з силовий частини (рис.3.9), на ній зображено вхідний перемикач P1, потім під'єднання частотні перетворювачі FC1, FC2, FC3 через захисні автомати F3, F4, F1, які керують двигунами X-осі, Y-осі та шпинделя. Двигун Z-осі рухається за допомогою пускачів KM1(вверх) та KM2(вниз).

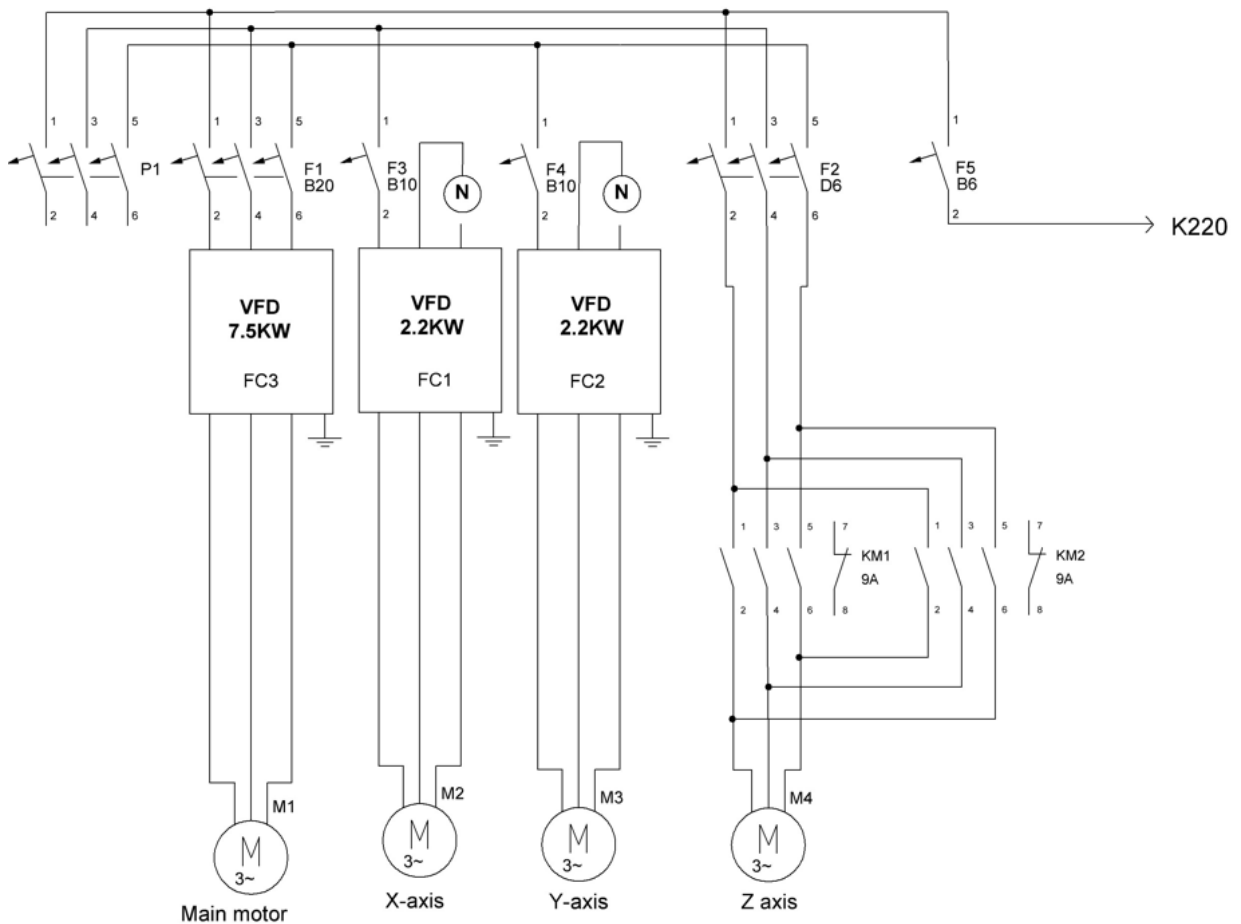


Рис. 3.9. Силовая часть

Всі датчики підключені напряму до ПЛК, X та Y енкодер використовується для точного позиціонування осей. X home та Y home використовує один контакт, тому що це датчики калібрування, і спочатку відбувається калібрування по X-осі а потім по Y-осі, тому одночасно два

датчика не можуть бути увімкненні. Z endstope використовується, як кінцевий вимикач для Z-осі. В залежності від напрямку руху він може бути як верхній так і нижній кінцевий вимикач. Air up сигналізує про те, чи полірувальна головка в піднятому стані, чи в опущеному (коли впирається в плиту). Схему можна побачити на рис.3.10.

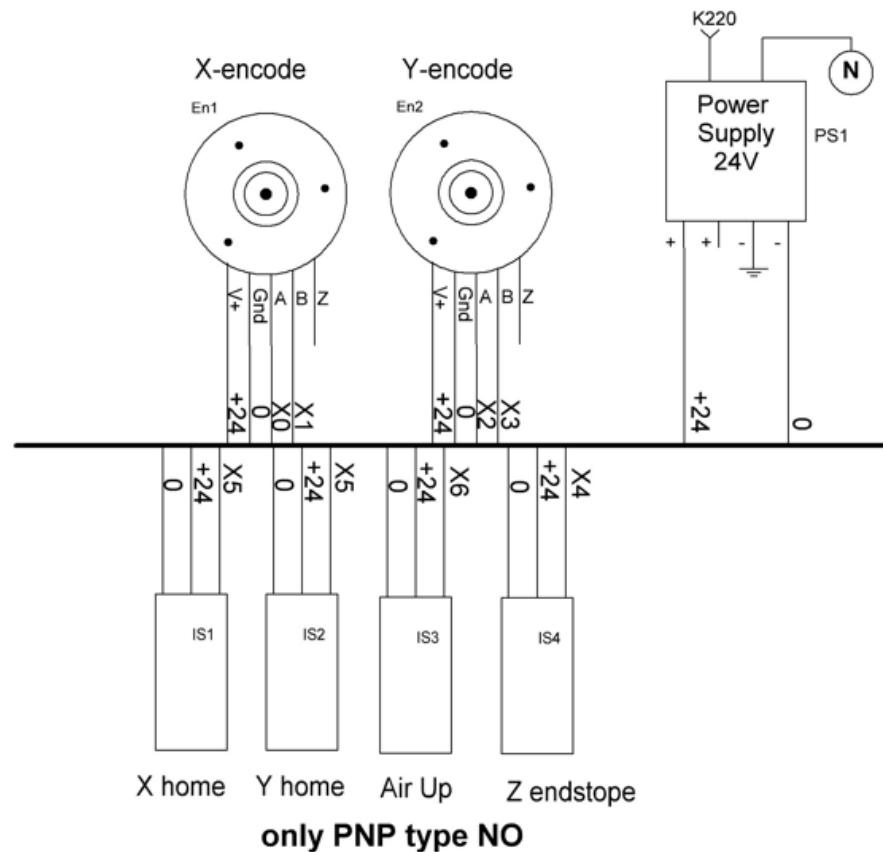


Рис. 3.10. Датчики і блок живлення

Для керування частотними перетворювачами ми будемо використовувати RS485, так як він дає дуже багато можливостей, такі як читання статусу, вихідної напруги, струму, і багато інших. Також через використання RS485, монтаж проводів набагато легший, бо вже не потрібно тягнути цілий джгут для керування, і задання швидкості, яке є аналоговим уже не потрібне. Також панель оператора підключена через RS485. Схему можна побачити на рис. 3.11.

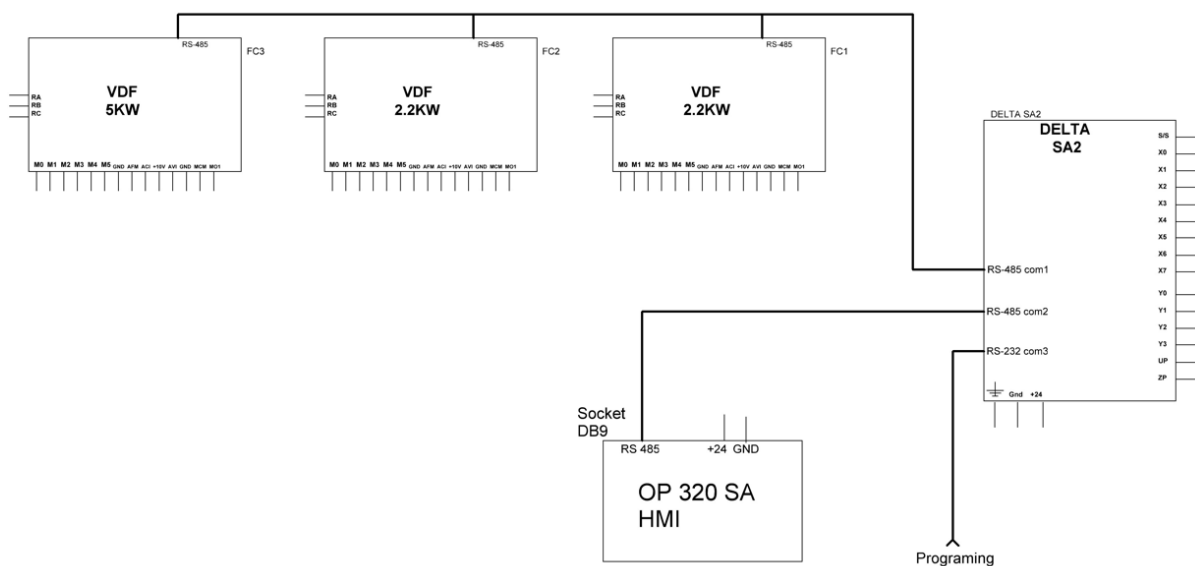


Рис. 3.11. Підключення RS-485 пристроїв до ПЛК

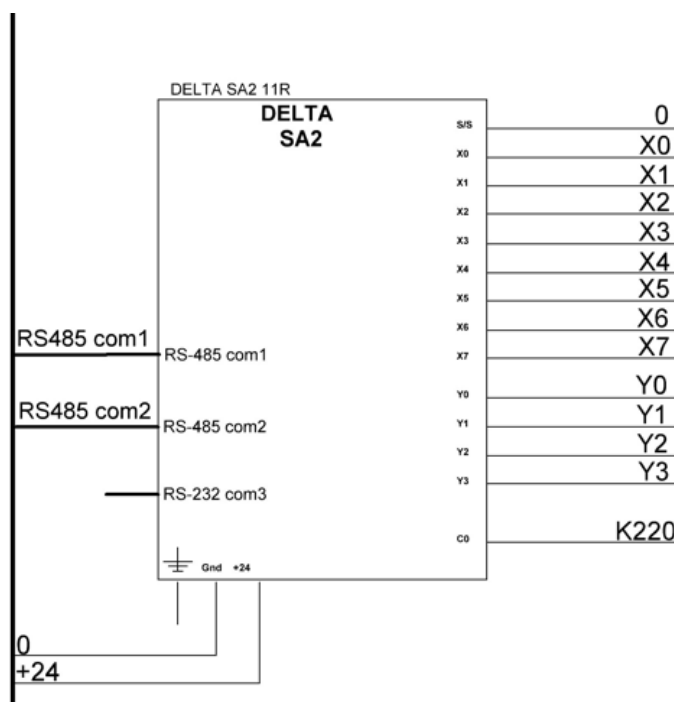


Рис. 3.12. Підключення ПЛК

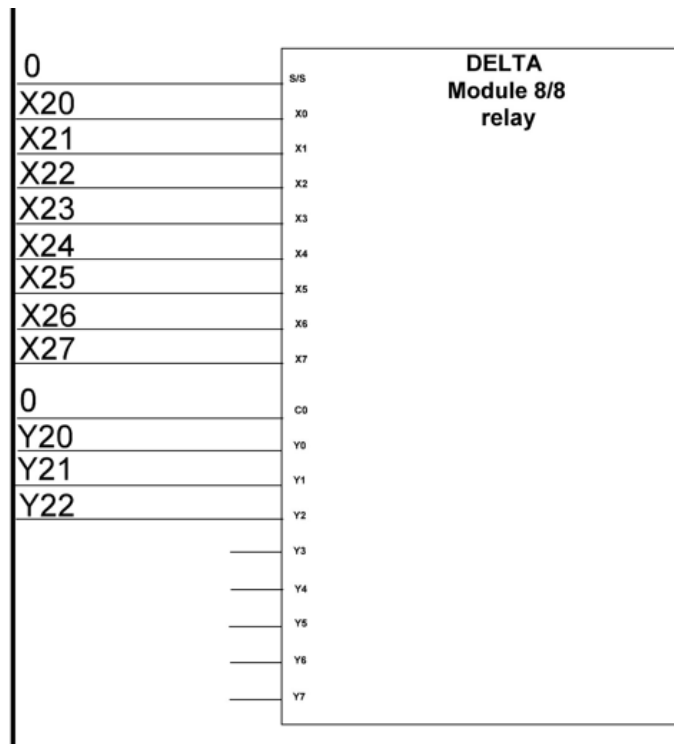


Рис. 3.13. Блок розширення ПЛК

Для керування використовуються звичайні кнопки, вони напряму з'єднанні з модулем розширення ПЛК, окрім аварійної кнопки, вона з'єднана з головним ПЛК. Три кнопки Stop , по факту працюють, як одна кнопка. Схему зображено на рис.3.14.

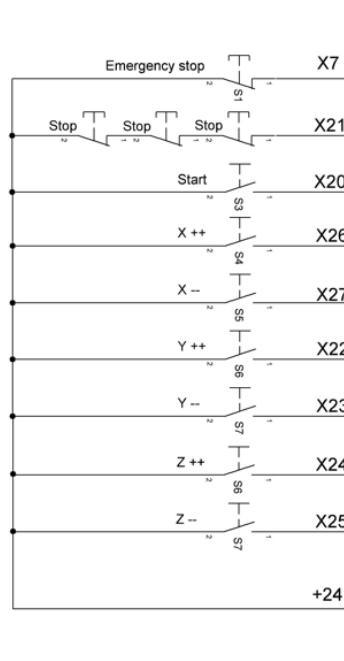


Рис. 3.14. Кнопки керування

Вихідні сигнали з ПЛК йдуть на керування пусками для Z-осі (220В АС керування), а з блоку розширення йдуть на керування світловими індикаторами і катушкою, яка керує пневматикою (24В DC). Зображено на рис.3.15.

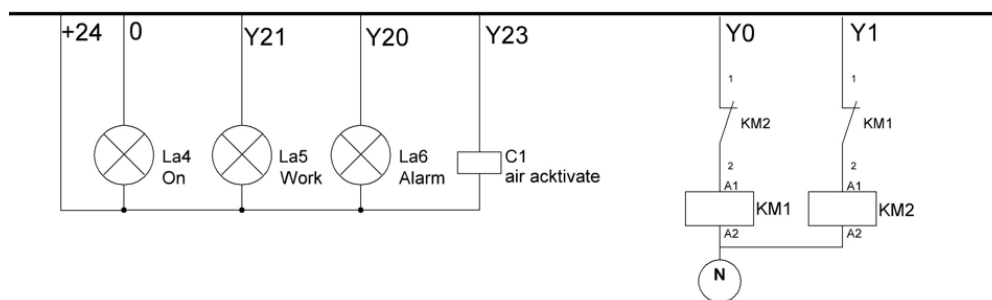


Рис. 3.15. Вихідні сигнали ПЛК

Для полегшення підключення використаємо клемну колодку (рис.3.16)

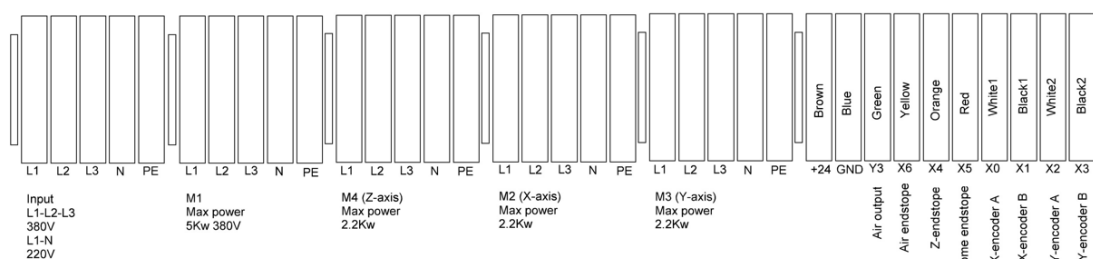


Рис. 3.16. Клемна колодка

3.3.Висновки

Було обрано контролер Delta DVP-SA2, який забезпечує необхідну кількість входів, виходів і підтримку протоколу RS485 для зручного підключення панелі оператора та керування приводами. Для розширення функцій контролера був доданий блок розширення DVP-16SP11R, що надає додаткові входи та виходи.

Для керування частотними перетворювачами було вибрано модель АЕ200Н 2.2 кВт, оскільки вона відповідає вимогам щодо потужності та має підтримку протоколу RS485 для зворотного зв'язку. Панель оператора Op320-

А була обрана через наявність підтримки RS485 та вигідну ціну, що забезпечує зручність для налаштування і моніторингу роботи системи.

Принципова схема включає силову частину, де підключені частотні перетворювачі для керування двигунами осей і шпинделя. Рух Z-осі здійснюється через пускачі для підйому та опускання осі. Точне позиціонування осей забезпечується енкодерами, а для калібрування осей використовуються індуктивні датчики, підключені безпосередньо до ПЛК.

Для зручності керування та моніторингу, всі датчики та пристрої підключені через RS485, що полегшує монтаж та забезпечує зворотний зв'язок з системою. Панель оператора використовується для налаштування параметрів і відображення інформації про стан системи.

4. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ КОНТРОЛЕРА ТА ПРОГРАМУВАННЯ

4.1 Алгоритми

Програма складається з багатьох різних алгоритмів. У цьому пункті наведу основні з них. Алгоритм калібрування осей зображено на рис.4.1.

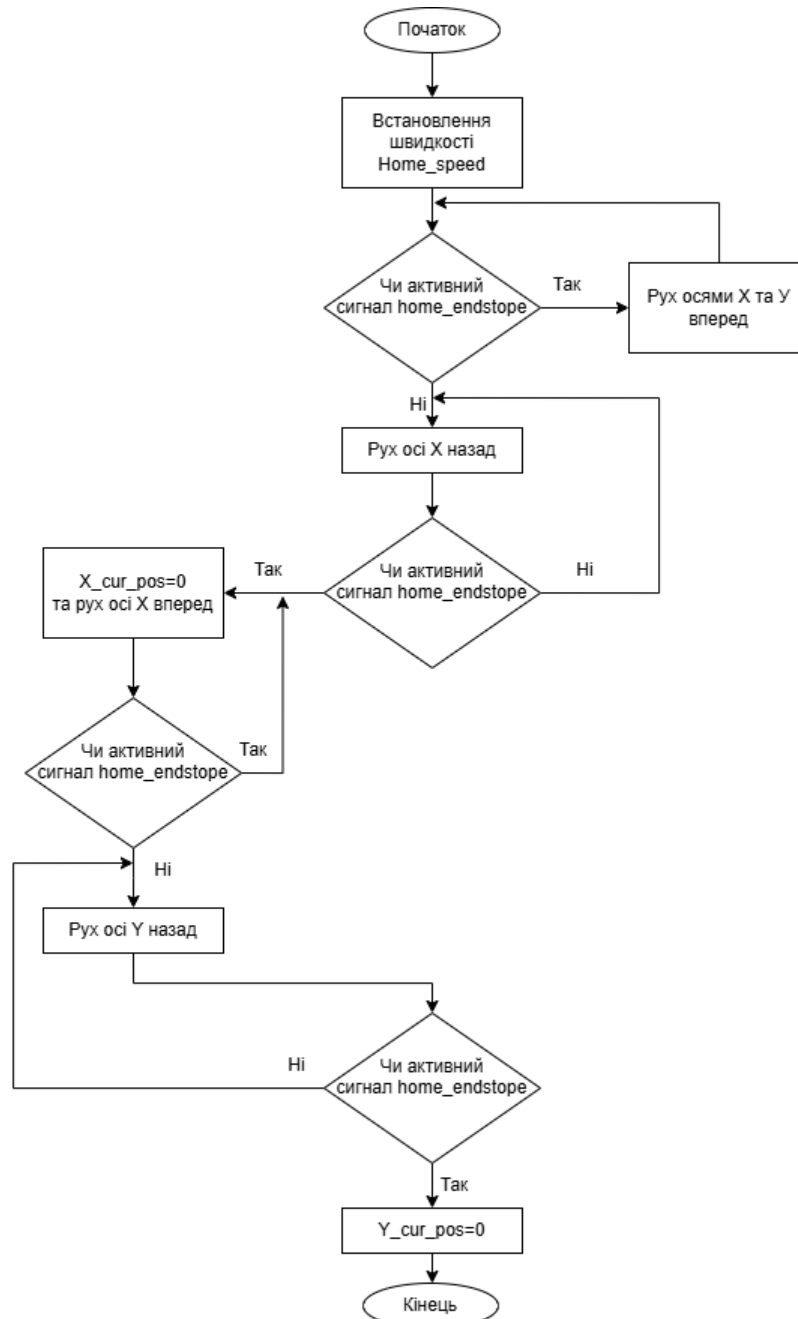


Рис. 4.1. Калібрування осей

Алгоритм полірування плит наведено на рис.4.2. За допомогою цього алгоритму відбувається переїзд між плитами та рух в точку зміни інструменту після закінчення полірування.

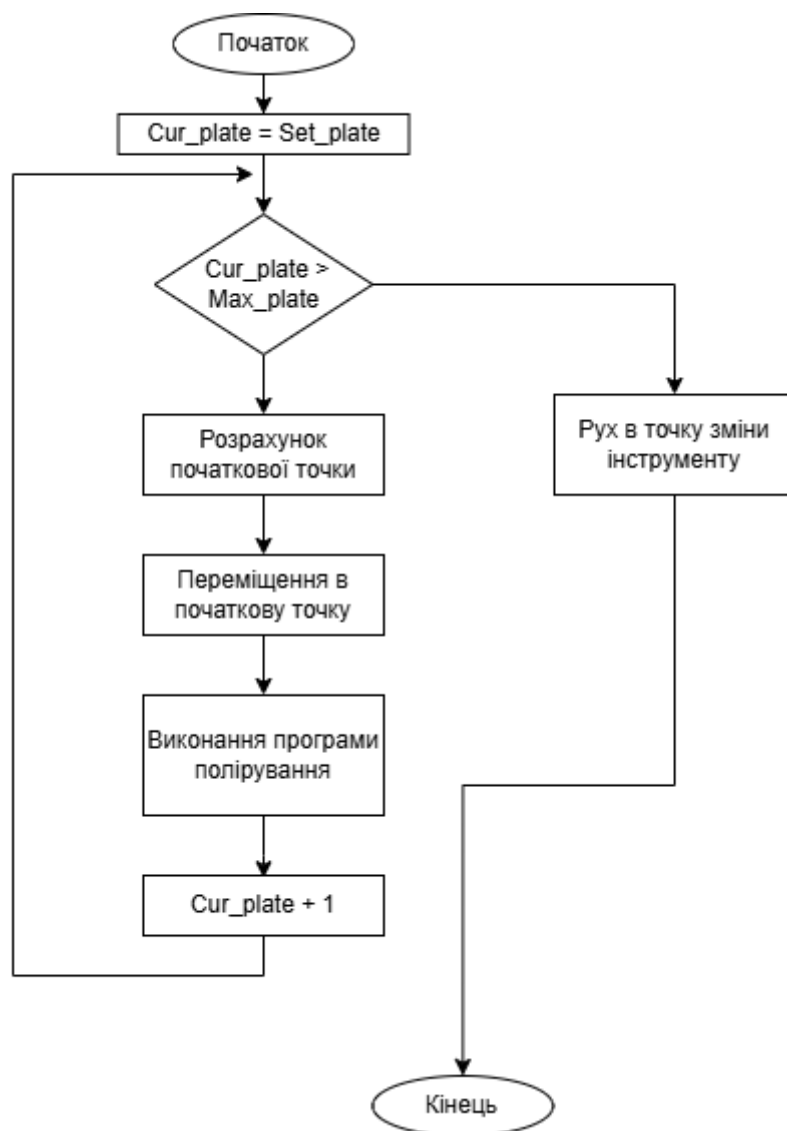


Рис. 4.2. Алгоритм полірування плит

На рис.4.3. Зображено сам алгоритм програми полірування, M1 це двигун х-вісі, M2- двигун у-вісі, M- двигун шпинделя. N_Xenc це поточна кількість імпульсів, N_Xenc_set це задана кількість імпульсів. Аналогічно з N_Yenc та N_Yenc_set.

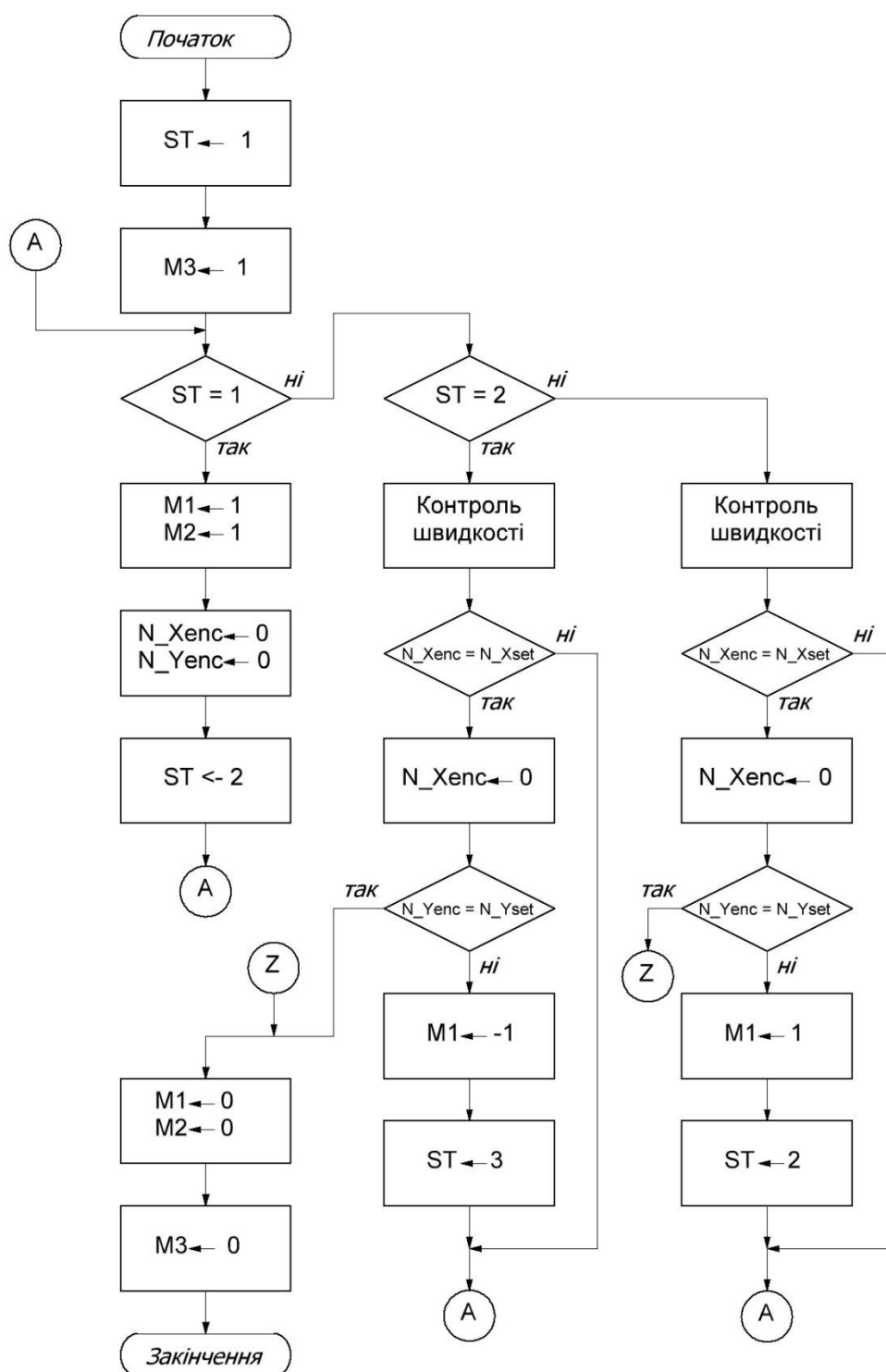


Рис. 4.3. Алгоритм програми полірування плит

Алгоритм контролю швидкості на рис.4.4. Цей алгоритм допомагає підтримувати задану швидкість, що робить рух осей стабільним. Також в цьому алгоритмі є розгін та гальмування, що запобігає різким рухам та зберігає наші привода.

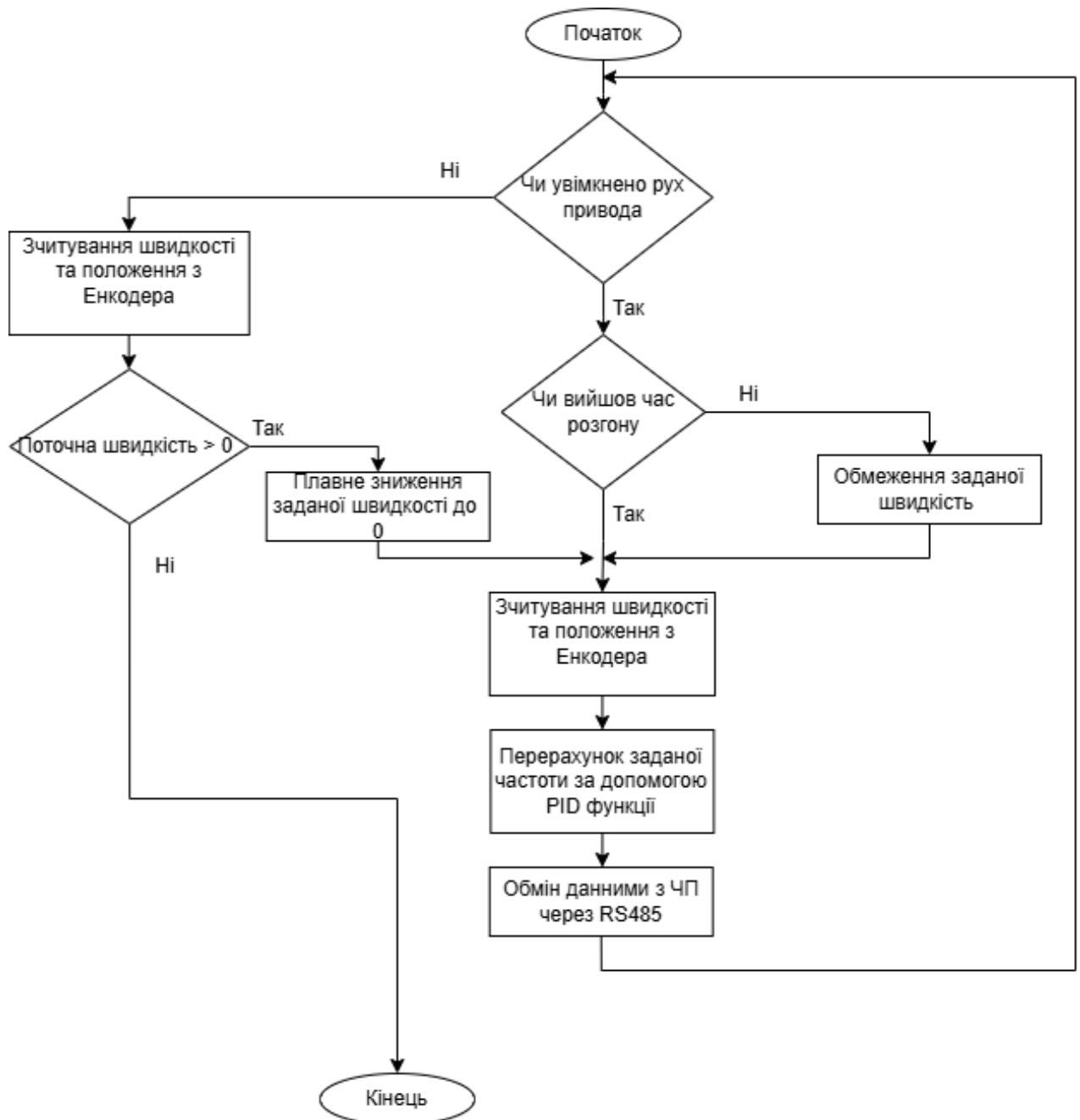


Рис. 4.4. Алгоритм контролю швидкості

Алгоритм додавання нової плити наведено на рис.4.5.



Рис. 4.5. Алгоритм додавання нової плити

Алгоритм роботи Z-осі наведено на рис.4.6. Так як ми використовуємо тільки один кінцевий вимикач, то нам прийшлося зберігати останню точку, де він спрацьовував. Через це алгоритм доволі сильно ускладнився. Це рішення зберегло нам один вхід на ПЛК.

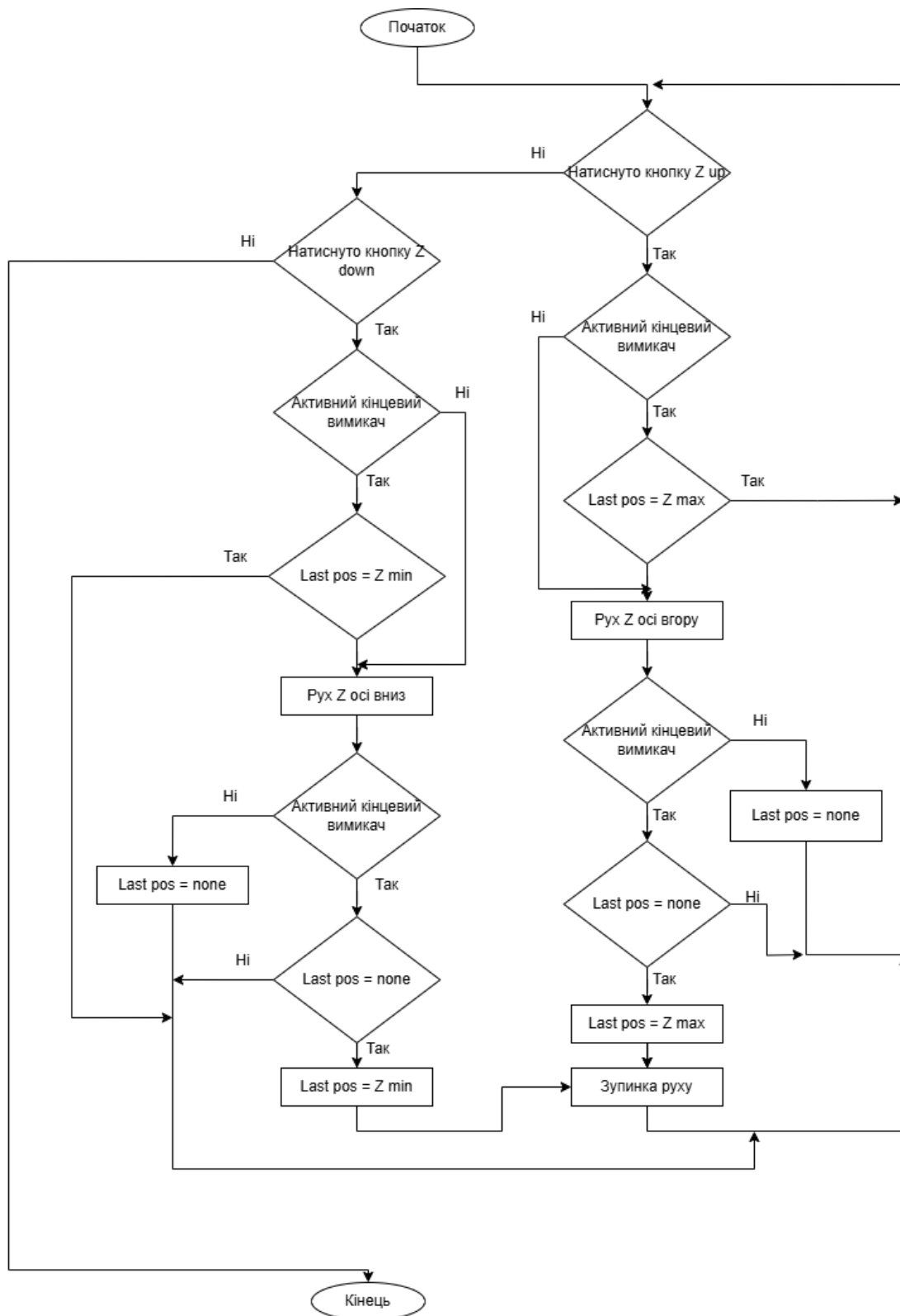


Рис. 4.6. Рух Z-осі

4.2. Розробка програмного забезпечення панелі керування

Для програмування панелі оператора було використано програму OP series edit tool

Спочатку вибираємо з списку нашу модель панелі Op320, потім створюємо дисплеї

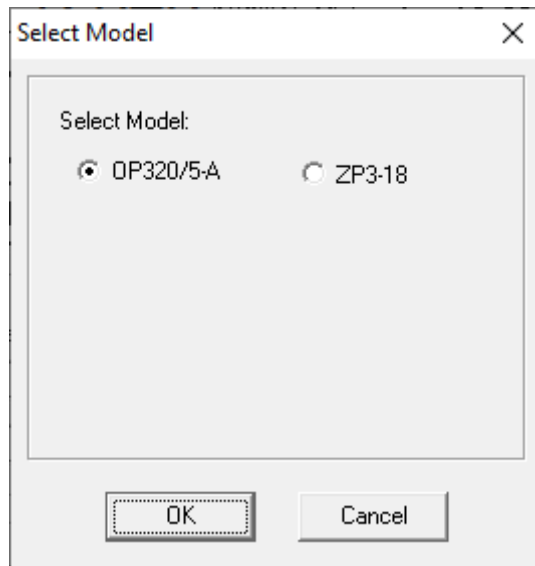


Рис. 4.7. Вибір моделі контролера

За допомогою програми для створення дисплеїв, інтерфейс якої зображено на рис.4.8, було розроблено дисплеї для панелі оператора (рис. 4.9 та рис. 4.10)

Головне меню складається з одного дисплею, на якому відображається режим роботи(ручний, напівавтомат,автоматичний) та швидкість подачі, змінюється за рахунок потенціометра.

Меню налаштувань складається з шести дисплеїв,на першому з них задається опускання за прохід, на другому задається ширина різи, вона потрібна для роботи в атоматичному режимі, по ній робиться корекція, третій дисплей відповідає за додаткові проходи, після спрацювання нижнього кінцевого вимикача з min з пониженням швидкості руху супорта.

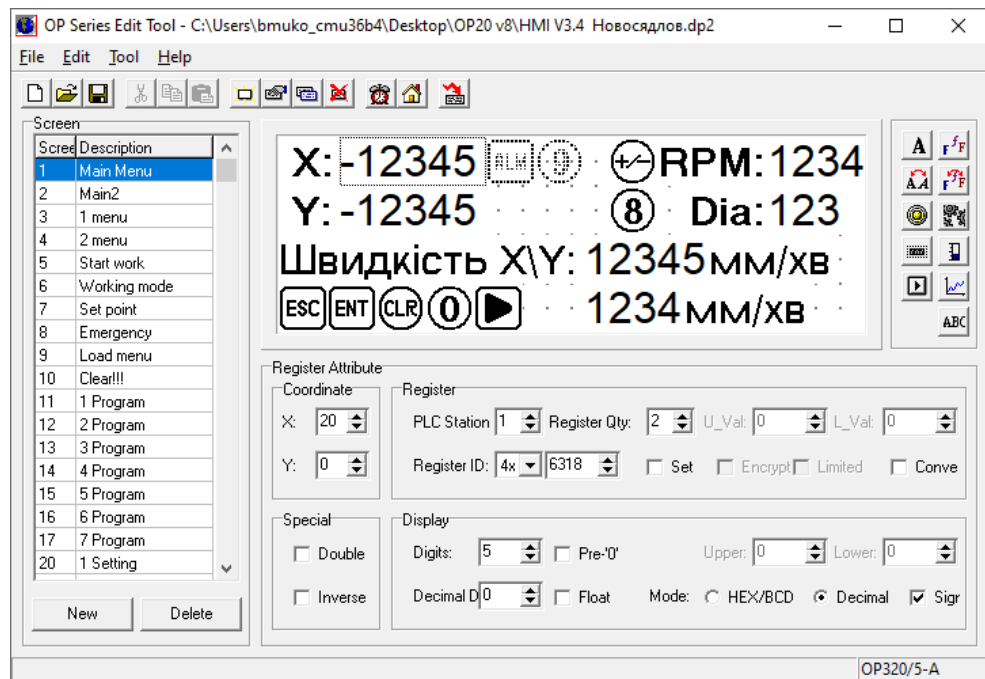


Рис. 4.8. Створення інтерфейсу

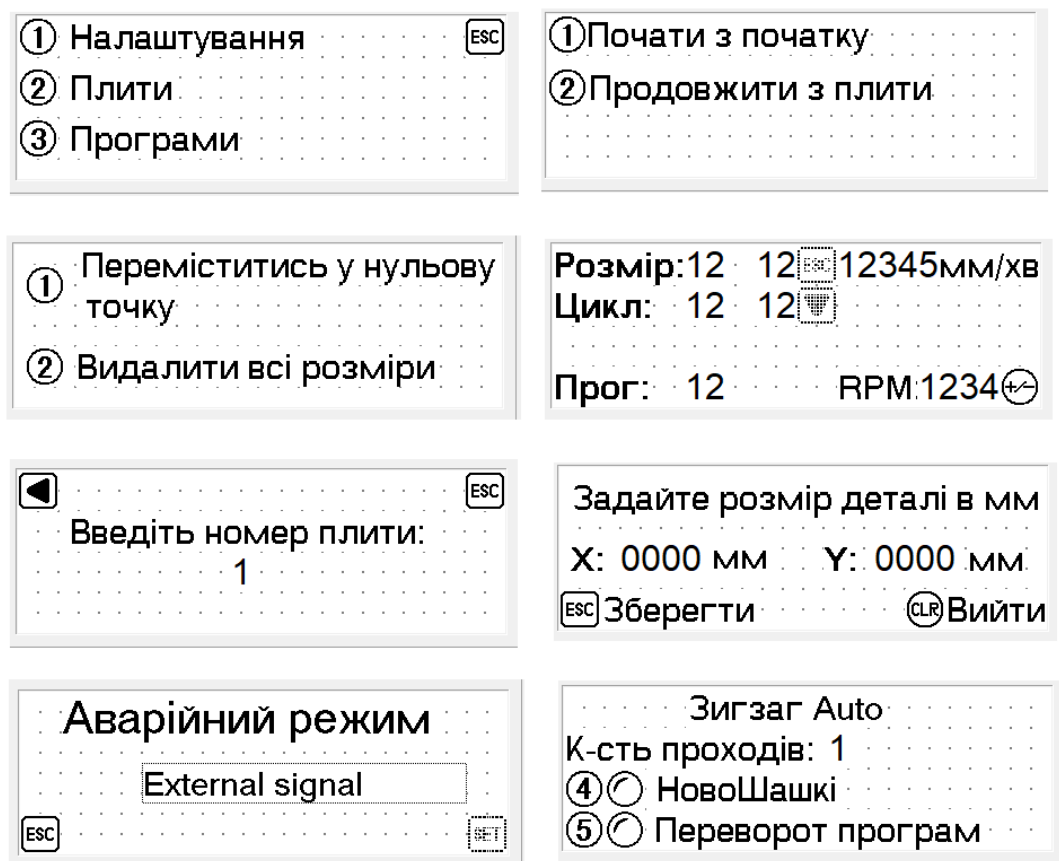


Рис. 4.9. Дисплеї

Вихід робочого Інструменту за деталь 123 мм	Позиція зміни Інструменту X: 1234 Y: 1234
Оберти робочого Інструменту для бафу 1234 Об/хв	Затримка на опускання 1.2 Сек
Оберти робочого Інструменту 1234 Об/хв	Діаметр робочого Інструменту 1 123 мм
Накладання проходів 123 мм	Діаметр робочого Інструменту 2 123 мм

Рис. 4.10. Дисплеї налаштування

4.3. Розробка програмного забезпечення ПЛК

Для програмування DVP-SA2 було використано програму ISPsoft
ISPSoft — це офіційне програмне забезпечення від Delta Electronics, яке
використовується для програмування їхніх ПЛК (програмованих логічних
контролерів). Цей софт підтримує розробку програм, тестування та
налагодження для ПЛК серій DVP.

Програмування за допомогою мови Ladder Diagram, яка є стандартом в
галузі автоматизації промисловості. За допомогою цієї мови програмування
можна створювати логічні алгоритми управління різноманітними
промисловими процесами. Основну гілку програми можемо побачити на
рис.4.10. Також частину програми можна побачити на рис.4.11.

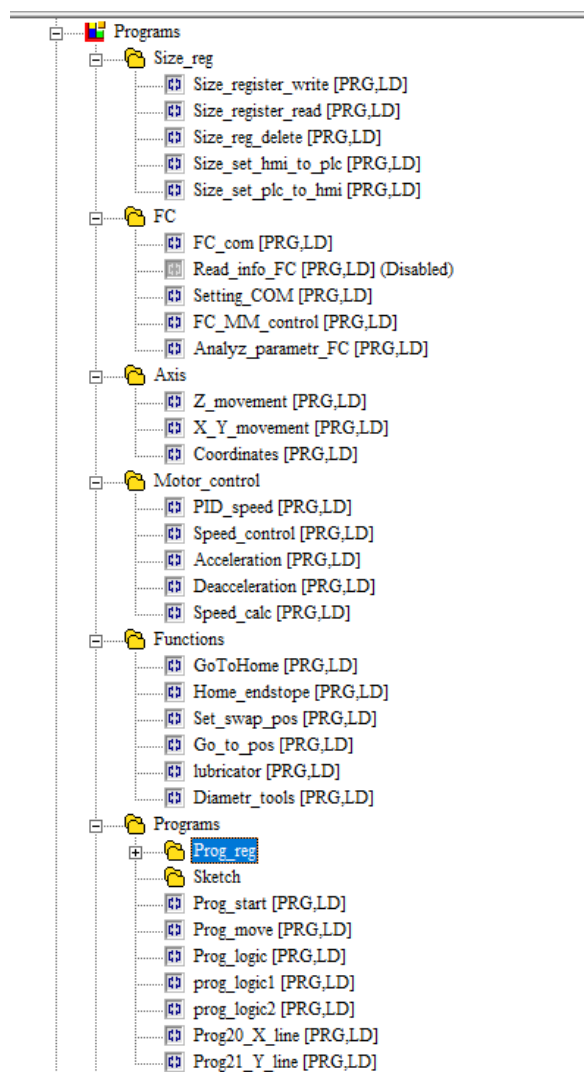


Рис. 4.10. Гілка програми контролеру

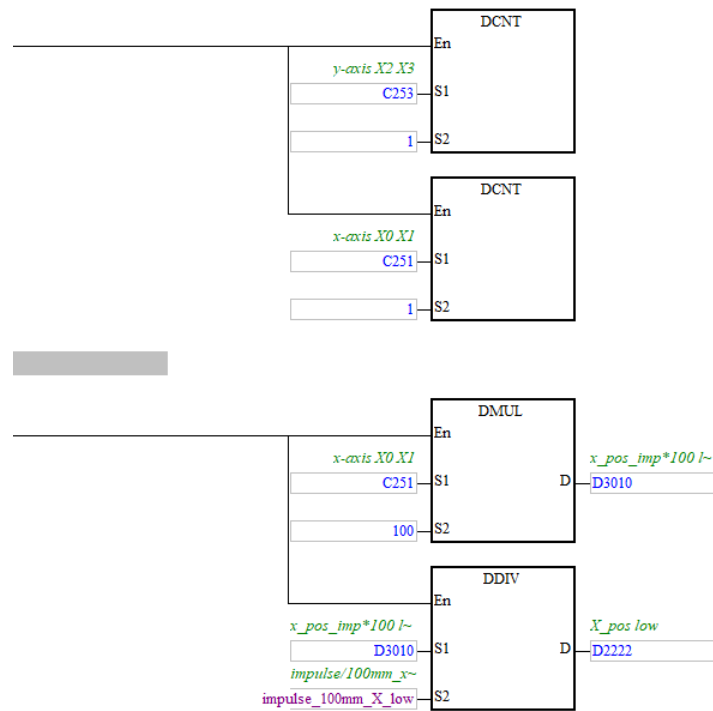


Рис. 4.13. Фрагмент програми розрахунок координат

На рис. 4.14. зображено використання PID функції для підтримання заданої швидкості руху x-вісі, також аналогічно все робимо для y-вісі, але використовуємо інші налаштування ПІД та інші змінні.

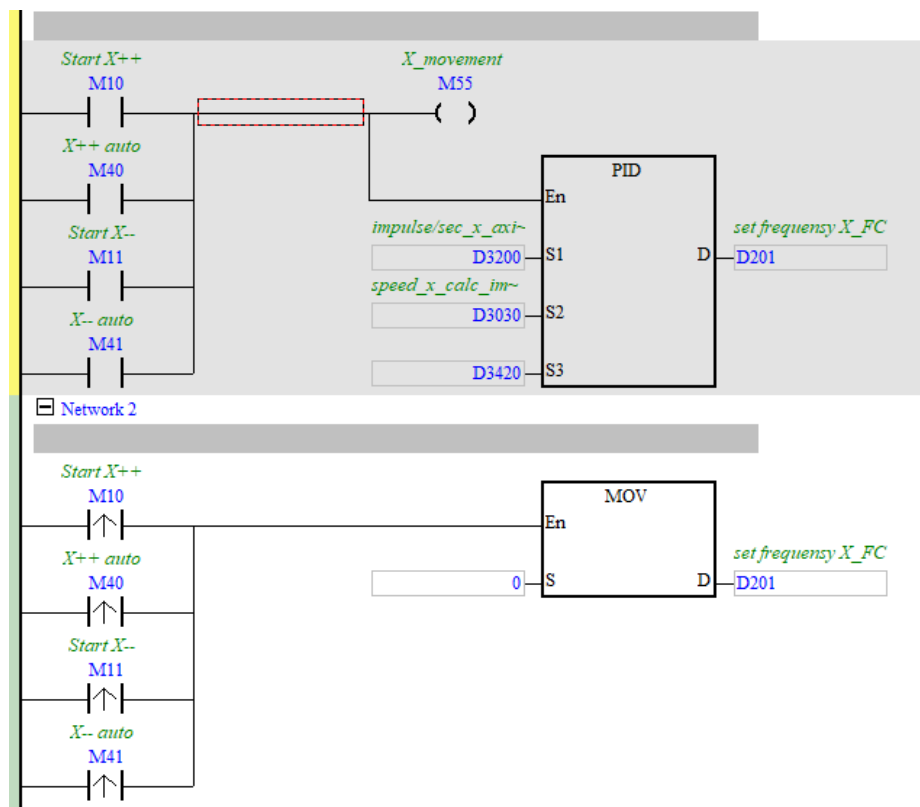


Рис. 4.14. Фрагмент програми PID регулювання

На рис. 4.15. Зображено обмеження швидкості при розгоні та тормозінні.

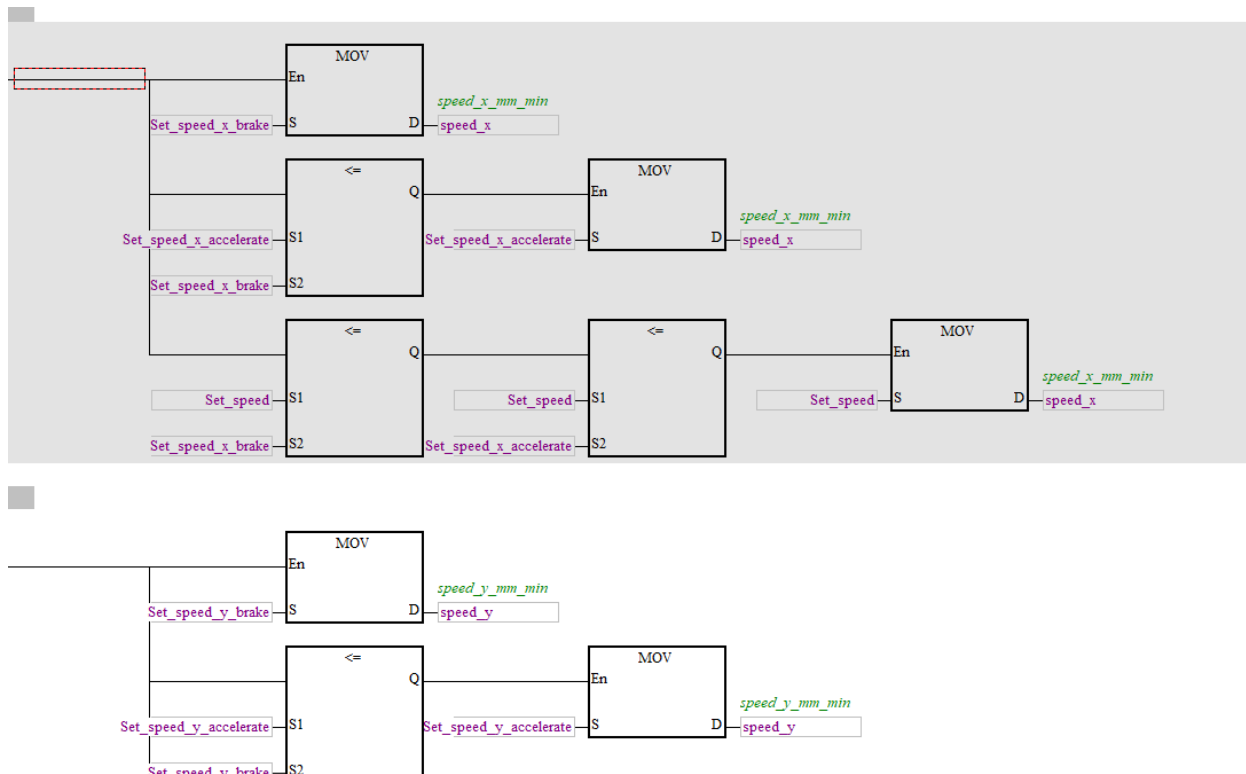


Рис. 4.15. Фрагмент програми обмеження швидкості

Компіляція проекту зображено на рис.4.16. Наше програмне забезпечення ледве вмістилось на ПЛК. В майбутньому звичайно програма буде більш покращена, додано більше функцій.

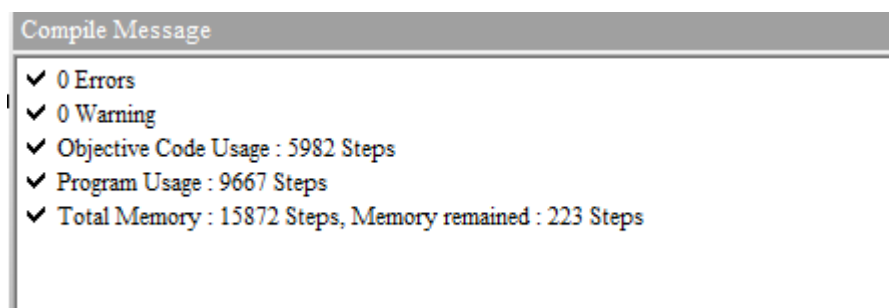


Рис. 4.16. Статистика компільованого програмного забезпечення

4.4.Висновки

Створено алгоритми для основних операцій, таких як калібрування осей, полірування плит, контроль швидкості, додавання нових плит та робота

Z-осі. Для кожної операції було розроблено окремі алгоритми, що включають необхідні дії для забезпечення точності та ефективності роботи верстата.

Було використано програмне забезпечення OP Series Edit Tool для програмування панелі оператора, де створено інтерфейс для налаштувань швидкості, режимів роботи та керування іншими параметрами верстата. Головне меню панелі оператора включає дисплеї для налаштування режиму роботи (ручний, напівавтомат, автоматичний), швидкості подачі та інших параметрів. Окрім того, було розроблено меню для налаштування параметрів обробки плит, таких як опускання за прохід і ширина різку.

Програмне забезпечення для ПЛК було розроблено за допомогою ISPSOFT, де використано мову Ladder Diagram для створення алгоритмів управління. Програма охоплює всі необхідні функції для керування рухом осей, передачі даних частотним перетворювачам та розрахунку координат. Зокрема, використовуються лічильники для перетворення імпульсів в міліметри, а також PID регулювання для підтримки стабільної швидкості руху осей.

Було також забезпечено передачу даних між ПЛК і частотними перетворювачами через RS485, що дозволяє ефективно керувати параметрами двигунів та зворотнім зв'язком. Крім того, було розроблено програму для контролю швидкості під час розгону та гальмування, що забезпечує плавний рух верстата і збільшує термін служби приводів.

Загалом, програмне забезпечення для ПЛК та панелі оператора забезпечує ефективну і надійну роботу полірувального верстата для обробки каменю, автоматизуючи більшість процесів та забезпечуючи високу точність виконання завдань.

5.РОЗМІЩЕННЯ ТА ЗБІРКА

Розміщення та збірка комплектуючих - це важливий етап реалізації проекту, оскільки від цього залежить ефективність та надійність роботи системи і товарний вигляд.

Перш за все, необхідно забезпечити належне розміщення всіх елементів електричної схеми. Для цього можна використати спеціальну коробку або шафу, яка буде захищати компоненти від вологи, пилу та інших негативних факторів. Також будуть використовуватись кабель канали, які нададуть естетичний вигляд та полегшити монтаж проводів.

5.1. Розміщення кнопок управління, індикаторів та контролеру.

Наша система керування буде мати 3 стани:

- Стан Аварія

Стан, коли відбувається аварія. При цьому стані верстат переводиться в аварійний режим, що призводить до зупинки всіх рухомих елементів і швидкої зупинки.

- Стан Робота

Режим в якому верстат автоматично полірує задані плити за заданими налаштуваннями. Даний режим можна змінити на відлагодження за допомогою кнопки стоп

- Стан Відлагодження

Основний стан АСК при якому відбувається налаштування верстата. З даного стану можна змінювати всі налаштування, видаляти та добавляти нові плити, змінювати інструмент та його параметри. А також відновлювати роботу, якщо відбувся якийсь збій.

Кнопки управління слід розташовувати відповідно до послідовності дій, які потрібно виконати для запуску та зупинки обладнання. Також важливо, щоб панель керування була зручно розміщена для оператора.

При розміщенні компонентів на панелі керування необхідно дотримуватися принципу зручності та безпеки. Наприклад, кнопки екстреної зупинки слід розташовувати у найбільш доступному для оператора місці та позначати чіткими символами.

Розмітка боксу зображена на рисунку 5.1

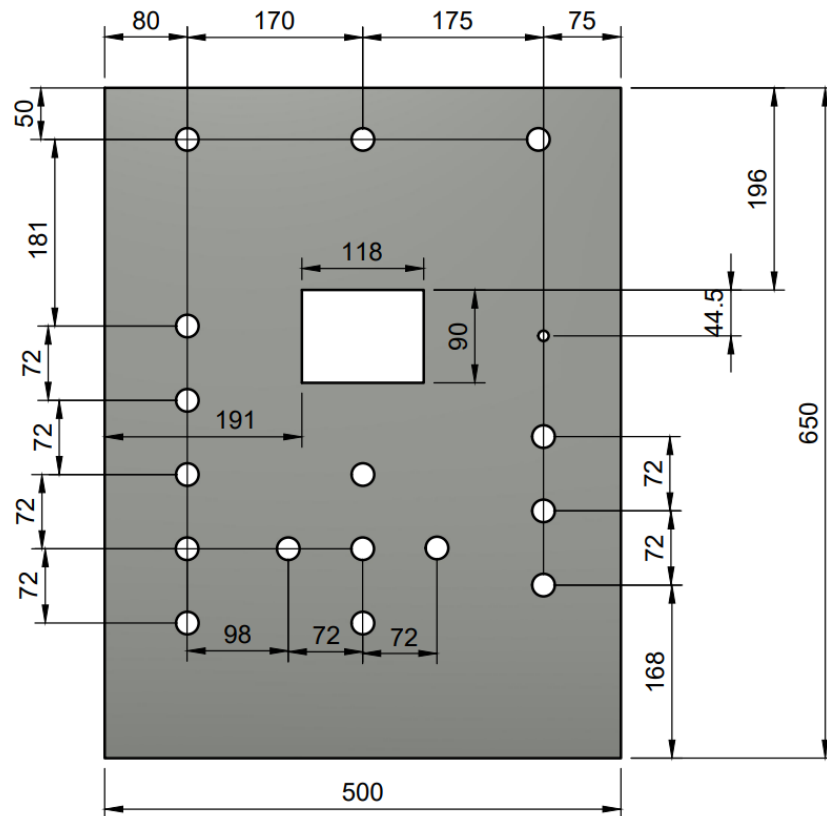


Рис. 5.1. Розмітка пластикового боксу

5.2. Опис елементів та їх призначення.

Було розміщено кнопки та індикатори, та пронумеровано їх (рис.5.2).

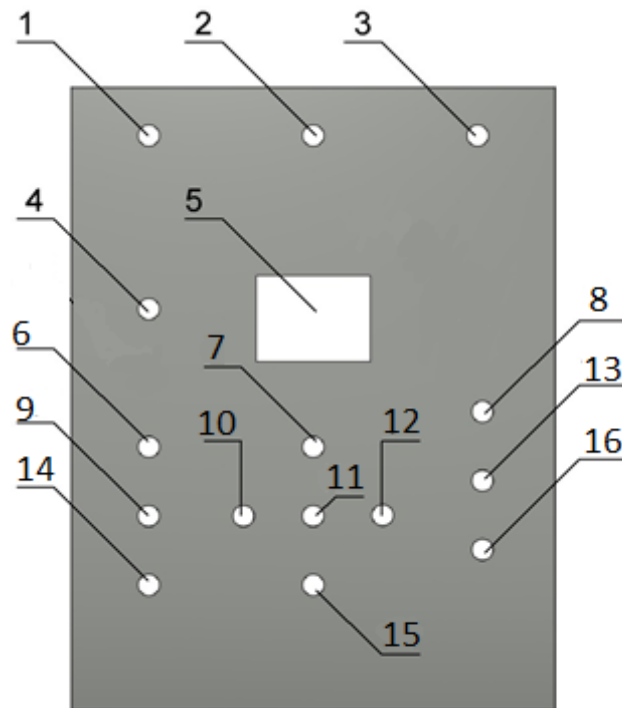


Рис. 5.2. Нумерація елементів

1. Індикатор «Увімкнено»
2. Індикатор «Аварія»
3. Вольтметр(опціонально)
4. Кнопка «Аварійний стоп»
5. Панель оператора
6. Кнопка «Вверх»
7. Кнопка «Вперед»
8. Індикатор «Робота»
9. Кнопка «Стоп»
- 10.Кнопка «Вліво»
- 11.Кнопка «Стоп»
- 12.Кнопка «Вправо»
- 13.Кнопка «Пуск»
- 14.Кнопка «Вниз»

15.Кнопка «Назад»

16.Кнопка «Стоп»

Опис елементів:

1. Індикатор «Увімкнено»

Сигналізує про подачу струму на АСК

2. Індикатор «Аварія»

Сигналізує про аварійну зупинку АСК

3. Вольтметр

Відображає напругу

4. Кнопка «Аварійний стоп»

Кнопка для увімкнення/вимкнення стану «Аварія»

5. Панель керування

Для введення налаштувань, та керування системою.

6. Кнопка «Вверх»

Використовується для підняття полірувальної головки

7. Кнопка «Вперед» та 15 Кнопка «Назад»

Використовуються для переїзду полірувальної головки вперед/назад.
Працюють тільки в ручному режимі.

8. Кнопка «Вверх» та 17. Кнопка «Вниз»

Використовуються для підняття/опускання порталу/головки.
Працюють у всіх режимах.

9. Індикатор «Робота»

Сигналізує про перехід у стан «Робота»

10. Кнопка «Стоп» та 12. Кнопка «Стоп»

Використовуються для зупинки переміщення. Зупиняють функцію «Переїзд столу». Поки кнопки «Стоп» зажаті, кнопки для переміщення не працюють.

11. Кнопка «Супорт вліво» та 13. Кнопка «Супорт вправо»

Кнопки для переміщення супорту

14. Кнопка «Пуск»

Використовується для запуску режиму «Робота». Працює тільки в автоматичному та напіваавтоматичному режимах.

15. Кнопка «Головний стоп»

Використовується для зупинки режиму «Робота»

Зібрану панель керування ми можемо побачити на рис.5.3. На ній розміщені кнопки, індикатори, перемикачі та контролер, також було створено підписи.



Рис. 5.4. Розміщення комплектуючих

На рис.5.5 ми можемо побачити підключення, налаштування та тестування.



Рис. 5.5. Підключення, налаштування та тестування

На рис.5.6. зображений верстат для полірування з робочим інструментом 250мм та робочою зоною 3000x1300. З підключеною та налаштованою автоматизованою системою управління.



Рис. 5.6. Верстат, в роботі

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання цієї дипломної роботи була створена конструктивно-технологічна схема верстата для полірування граніту, а також розроблена автоматизована система управління для цього обладнання. На етапі розробки автоматизації було визначено набір керованих параметрів, що є важливими для функціонування системи, і створено функціональну схему. У процесі роботи були ретельно обрані відповідні датчики, виконавчі механізми та інші елементи, що забезпечують коректну і безперебійну роботу. Також була створена структурна схема управління, яка стала основою для подальшого проєктування.

Як основний керуючий пристрій вибрано програмований логічний контролер (PLC) виробництва компанії Delta, який відповідає сучасним вимогам автоматизації. Для інтерактивної взаємодії оператора із системою розроблено пульт керування, який дозволяє легко здійснювати контроль над усіма основними процесами. На основі структурної схеми була створена принципова електрична схема, яка забезпечує зрозумілість і надійність під час реалізації проєкту. Логіку роботи системи реалізовано через розроблене алгоритмічне та програмне забезпечення, а також проведено монтаж і тестування на реальному обладнанні.

Застосування автоматизованої системи керування має великий потенціал для значного покращення продуктивності та якості полірування граніту. Використання сучасних технологій дозволяє суттєво скоротити витрати часу та фізичних зусиль, що зазвичай виникають під час ручного управління обладнанням. До того ж, система автоматизації сприяє значному зниженню ризиків, пов'язаних із помилками чи випадковими пошкодженнями, а також забезпечує високий рівень безпеки праці оператора.

Аналіз існуючих технічних рішень показав, що більшість готових рішень, представлених на ринку, виготовляються за кордоном. Це створює

певні складнощі для їх обслуговування, оскільки доступність таких систем на території України може бути обмеженою. Крім того, високі витрати на транспортування та митне оформлення суттєво збільшують загальну вартість імпортованого обладнання.

У свою чергу, технічні рішення, що виробляються на території України, часто характеризуються обмеженою функціональністю та меншою кількістю опцій у порівнянні з закордонними аналогами. Це може обмежувати їх ефективне використання у виробничих умовах і створювати труднощі в процесі налаштування системи. Відсутність повної технічної документації, включаючи інструкції та принципові схеми, ускладнює обслуговування й ремонт подібного обладнання.

Таким чином, розроблена автоматизована система керування для полірувального верстата є вагомим внеском у розвиток сучасної промислової автоматизації. Її впровадження дозволяє забезпечити підвищення ефективності виробничих процесів, знизити трудовитрати, покращити якість продукції та підвищити безпеку на робочих місцях.

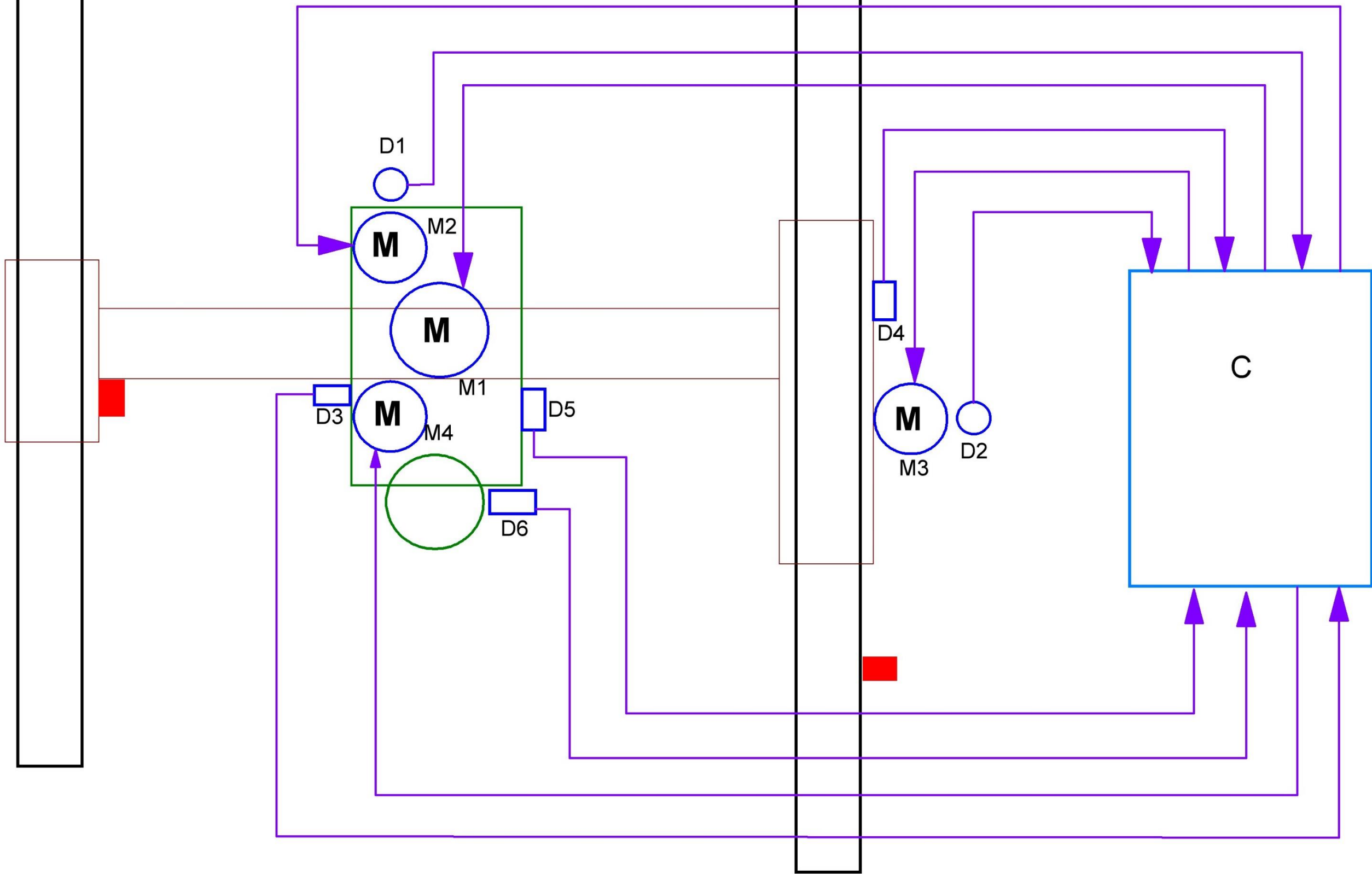
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каргополова Н.П., Ткачук А.Г. Електроніка та електромеханіка. 2019. 336с.
2. Частотний перетворювач серії AE200H [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.scribd.com/document/660809814/AE200H-USER-MANUAL-English-version-revised-2>
3. Контролер Delta DVP-SA2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.deltaww.com/en-us/products/PLC-Programmable-Logic-Controllers/252>
3. Контролер DVP12SA211R [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.kalatec.com.br/wp-content/uploads/2019/07/manual_dvp12sa211t.pdf
4. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 344 с.
5. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. - Вид. 2-ге, виправлене - К.: Вид. Ліра-К, 2017. – 378 с.
6. Єремєєв І.С., Кисельов В.Б. Автоматизовані системи управління технологічними процесами. 2022. 324 с.
7. Войцицький А.П., Войцицький М.А. Електроніка і мікросхемотехніка. 2018. 300 с.
8. Тетеревків І. В. Надійність систем автоматизації. 2020. 354 с.
9. Пістун Є.П., Стасюк І.Д. Основи автоматики та автоматизації. 2018. 336 с.

ДОДАТКИ

Формам.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
			Delta SA2	Контролер PLC	1	
			Delta	Блок розширення PLC	1	
			Op320A	Панель оператора	1	
			AE200H 2.2Kw 220v	Частотний перетворювач	2	
			AE200H 7.5Kw 380v	Частотний перетворювач	1	
			E6C2-CWZ5B	Енкодер	2	
			KM-1, KM-2	Магнітний пускач 9А	2	
			La-1, La-2, La-3	Світлодіодний індикатор 24Vdc	3	
			S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11	Кнопка	11	
			PS-1	Блок живлення 24Vdc	1	
			IS-1, IS-2, IS-3, IS-4	Індуктивний датчик	4	
			F1,F2,F3,F4,F5.	Автоматичний вимикач	5	
			P1	Вимикач 3фазний	1	
	</					

Додаток А
Функціональна схема



Вигляд зверху

					МКАТ.480.001.015-А1						
					Функціональна схема	Лист			Масса	Масштаб	
Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Батюк М.О.									
Перев.		Підтиченко О.В.									
Т. контр.											
						Лист			Листів		
						Державний університет "Житомирська політехніка"					
Затверд.		Громовий О.А.				АТ-28М					