

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут	Навчально-науковий інститут Комп'ютерних систем і технологій «Індустрія 4.0» ім. П.М. Платонова
Факультет	Автоматизація та робототехніка
Кафедра	Автоматизація технологічних процесів і робототехнічних систем
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Освітня програма	Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Тема: «Розробка циклу лабораторних робіт з дисципліни «Програмування робототехнічних систем» та їх методичного забезпечення»

Розробив	І.О. Коцур
Керівник д.т.н., доцент	В.Б. Єгоров
Зав. кафедри АТПіРС д.т.н., професор	В.А. Хобін
<i>«e-версія роботи ідентична оригіналу»</i>	І.О. Коцур
<i>«e-версію роботи прийнято»</i>	
Депозитор кафедри АТПіРС	Т.В. Волик

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут	Навчально-науковий інститут Комп'ютерних систем і технологій «Індустрія 4.0» ім. П.М. Платонова
Факультет	Автоматизації та робототехніки
Кафедра	Автоматизації технологічних процесів і робототехнічних систем
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Освітня програма	Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТП і РС

_____ д.т.н., проф. Хобін В.А.

«24» листопада 2021 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

1. Здобувач освіти **Коцур Ігор Олександрович**
 2. Тема роботи «Розробка циклу лабораторних робіт з дисципліни «Програмування робототехнічних систем» та їх методичного забезпечення»
 3. Керівник кваліфікаційної роботи магістра **Єгоров Віктор Богданович, д.т.н., доцент**
П.п. 2 і 3 затверджено наказом ОНТУ від 11 листопада 2021 року № 945-03.
 4. Строк подання студентом зброшурованої випускної роботи – 05 червня 2023 р.
 5. Вихідні дані до випускної роботи: матеріали виконаних індивідуальних завдань (ІЗ) виробничої практики, дипломної роботи бакалавра, дослідницької практики, курсових та самостійних робіт, виконаних відповідно до ІЗ.
 6. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити):
 - Вступ (актуальність роботи, зв'язок з науковими напрямками робіт академії, мета та задачі дослідження, об'єкт та предмет дослідження, методи дослідження, наукова новизна отриманих результатів, практичне значення отриманих результатів, апробація результатів роботи, публікації, структура та об'єм роботи).
 - Розділ 1. Лабораторна фізична модель процесів сортування та палетування та їх система автоматичного керування: опис процесів, цілі та завдання управління процесами, описи реалізованої моделі, технічних та програмних засобів САК.
 - Розділ 2. Лабораторна робота «Реалізація взаємозв'язку ПЛК та контролера робота за допомогою дискретних входів/виходів, її тестування та налаштування»
 - Розділ 3. Лабораторна робота «Реалізація взаємозв'язку ПЛК та контролера робота за допомогою протоколу MODBUS, її тестування та налаштування».
 - Розділ 4. Лабораторна робота «Реалізація в САУ функції управління палетуванням, її тестування та налаштування».
 - Розділ 5. Лабораторна робота «Реалізація в САУ функції управління сортуванням деталей, її тестування та налаштування».
 - Розділ 6. Результати апробації лабораторних робіт, виявлені недоліки та доцільні шляхи їх усунення.
- Додатки (допоміжні матеріали, ксерокопії програм конференцій, статей, патентів).

7. Консультанти розділів випускної кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Вибір та обґрунтування обладнання для подальших робіт з лабораторним стендом. Технічний опис лабораторного стенду	Єгоров В.Б. д.т.н. доцент каф. АТПіРС		
Розділ 2, розділ 3, розділ 4 та розділ 5 – консультування з питанням програмування ПЛК.	Левинський В.М. к.т.н. доцент каф. АТПіРС		

8. Дата видачі завдання 1 вересня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ та загальна характеристика роботи	01.02.23 – 15.02.23	Виконано
2	Вибір обладнання та його технічний опис	16.02.23 – 1.03.23	Виконано
3	Розробка технічного завдання та лабораторного стенду для студентів	02.03.23 – 17.03.23	Виконано
4	Опис та формування лабораторних робіт з робототехнічних систем фірми Universal Robots	18.03.23 – 08.04.23	Виконано
5	Розробка лабораторних робіт що пов'язані з роботою з контролером фірми Phoenix Contact	09.04.23 – 30.04.23	Виконано
6	Реалізація та підготовка до впровадження результатів роботи	01.05.23 – 15.05.23	Виконано
7	Оформлення додатків та роботи в цілому	16.05.23 – 23.05.23	Виконано
8	Здача роботи на перевірку керівникові, виправлення зауважень, підпис керівника	24.05.23 – 31.05.23	Виконано
9	Брошування роботи, представлення її завідувачу кафедри, підпис, направлення роботи на зовнішнє рецензування та захист у ЕК	01.06.23 – 05.06.23	Виконано

Студент

Коцур І.О.

Керівник кваліфікаційної роботи

Єгоров В.Б.

АНОТАЦІЯ

Розробка програмно-технічного та методичного забезпечення лабораторних робіт з дисципліни «Програмування робототехнічних систем».

Рукопис випускна дипломна робота на здобуття ступені вищої освіти магістра, зі спеціальності 151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Одеський національний технологічний університет, Одеса, 2023р.

Дипломна робота містить 103 сторінок, 10 таблиці, 93 рисунків, список джерел з 16 найменувань.

Об'єкти дослідження. Лабораторний стенд від компанії «INTRROMOTION», контролер серії 1050 від «Phoenix Contact» та колаборативного роботу «Universal Robots».

Предмет дослідження. Розробка програмно-технічного та методичного забезпечення лабораторних робіт «розробка циклу лабораторних робіт з дисципліни «Програмування робототехнічних систем»».

Мета дипломної роботи. Створення програмно-технічного та методичного забезпечення лабораторних робіт на базі лабораторного стенду від компанії «INTRROMOTION», контролер серії 1050 від «Phoenix Contact» та колаборативного роботу «Universal Robots».

Завдання роботи полягає в розробці циклу лабораторних робіт для студентів спеціальності 151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». На основі висновків розробити цикл лабораторних робіт .

Розроблені лабораторні роботи можуть бути використані в рамках дисципліни «Програмування робото технічних систем», а також в перспективі на майбутнє можуть бути платформою для розробок розрахунково-графічних завдань і курсових робіт в рамках цієї ж дисципліни.

ЗМІСТ

Вступ (актуальність роботи, зв'язок з науковими напрямками робіт академії, мета та задачі дослідження, об'єкт та предмет дослідження, методи дослідження, наукова новизна отриманих результатів, практичне значення отриманих результатів, апробація результатів роботи, публікації, структура та об'єм роботи).....7

Розділ 1. Лабораторна фізична модель процесів сортування та палетування та їх система автоматичного управління: опис процесів, цілі та завдання управління процесами, описи реалізованої моделі, технічних та програмних засобів САУ.....14

Розділ 2. Лабораторна робота «Реалізація взаємозв'язку ПЛК та контролера робота за допомогою дискретних входів/виходів, її тестування та налаштування».....32

Розділ 3. Лабораторна робота «Реалізація взаємозв'язку ПЛК та контролера робота за допомогою протоколу MODBUS, її тестування та налаштування».....43

Розділ 4. Лабораторна робота «Реалізація у САК функції керування палетуванням, її тестування та налаштування».....58

Розділ 5. Лабораторна робота «Реалізація в САК функції керування сортуванням деталей, її тестування та налаштування».....70

Розділ 6. Результати апробації лабораторних робіт, виявлені недоліки та доцільні шляхи їх усунення.....86

Додатки (допоміжні матеріали, ксерокопії програм конференцій, статей, патентів).

Перелік умовних позначень

ПЛК – програмно-логічний контролер.

ВМ – виконавчий механізм.

UR – Universal Robots.

UrSim – Universal robot Simulator.

Cobot (Кобот) – колаборативний робот.

DO – Дискретні виходи.

DI – Дискретні входи.

САК – система автоматичного керування.

ВСТУП

Тема робототехніки є актуальною та важливою для різних областей, починаючи від освіти та досліджень, і закінчуючи промисловістю та побутовими програмами. Методичні вказівки з робототехніки мають значну актуальність та вплив з кількох причин:

Розвиток технологій: Робототехніка є однією з областей сучасних технологій, що найбільш швидко розвиваються. Нові технології та інновації постійно з'являються, відкриваючи нові можливості для створення та застосування роботів. Методичні вказівки допомагають вчителям та студентам бути в курсі останніх досягнень та використовувати їх у своїй роботі.

Освіта та підготовка: Робототехніка стає все більш важливою в освітньому середовищі. Вона допомагає розвивати навички програмування, інженерне мислення, командну роботу та вирішення проблем, які є необхідними у сучасному суспільстві. Методичні вказівки допомагають вчителям ефективно викладати робототехніку та створювати цікаві та практичні заняття.

Промислові застосування: Роботи широко застосовуються в різних промислових секторах, таких як виробництво, логістика, медицина та багато іншого. Правильне використання роботів у цих сферах може підвищити продуктивність, безпеку та ефективність роботи. Методичні вказівки допомагають навчати людей використанню та програмуванню роботів для виконання різних завдань.

Вирішення соціальних проблем: Робототехніка може застосовуватися для вирішення різних соціальних проблем, таких як допомога людям з обмеженими можливостями, покращення якості життя людей похилого віку, підтримка освіти і т.д. Методичні вказівки допомагають студентам та спеціалістам розробляти та реалізовувати проекти, спрямовані на вирішення цих проблем.

Загалом методичні вказівки з робототехніки актуальні, оскільки допомагають поширювати знання та навички в цій галузі, сприяють розвитку нових технологій та готують кваліфікованих фахівців, які можуть застосовувати робототехніку в різних сферах життя та роботи.

Метою розробки лабораторних робіт є формування у студентів знань та навичок в роботі з колаборативними роботами, синхронізації їх роботи з ПЛК в залежності від сигналів і дій периферійного обладнання при виконанні загальної промислової задачі.

А також розробка циклу лабораторних робіт з дисципліни «Програмування робототехнічних систем» та їх методичного забезпечення на базі роботи СВ серії Universal Robots 3 і ПЛК компанії «Phoenix Contact», моделі «АХС 1050» та інструментального програмного комплексу PolyScore (UrSim) і PC Worx.

В результаті проведення лабораторних занять студенти повинні знати:

1. Способи розробки програм управління, на базі роботів UR;
2. Основні характеристики, принципи дії, конструкцію, області застосування, номенклатуру роботів Universal Robots, а також схеми сполучення контролера роботи з ПЛК «АХС 1050» і датчиками, виконавчими механізмами та іншими пристроями;
3. Програмний інтерфейс Polyscore (UrSim), RoboDK; правила розробки програм, типи переміщень та базові операції з роботом;
4. Принципи програмного налаштування установки безпеки і ЦТІ робочого приладу захоплення в середовищі Polyscore (UrSim).
5. Методи розробки програм та реалізація протоколів зв'язку для ПЛК «АХС 1050» та роботу «UR3».

Вміти:

1. Розробляти архітектуру системи управління роботом;
2. Вибирати доцільні мікропроцесорні технічні засоби для автоматизації ділянки технологічного процесу;

3. Розробляти програми і проекти реалізації алгоритмів логіко-програмного керування роботом і робототехнічними комплексами в середовищі Polyscope (UrSim), PC Worx (Phoenix Contact).
4. Проводити програмну конфігурацію роботу і робототехнічних комплексів в програмах Polyscope (UrSim), PC Worx: здійснювати програмну настройку базового контролера робота, пристроїв введення виведення, прив'язку змінних до входів і виходів контролера.

Теоретичні відомості про роботів Universal Robots та систему програмування Polyscope (UrSim) наведені в UR3 – user manual.

Найважливішою технічною основою розвитку і продуктивності будь-якого виробництва є робототехніка. Роботи використовуються в багатьох областях науки, техніки, промисловості і в перш чергу там, де життєдіяльність людини рутинна, затруднена або неможлива.

Як правило, промислові роботи не володіють штучним інтелектом, їх типовими діями є повторення одних і тих же рухів і дій маніпулятора по жорсткої програмі в спеціально обмеженій від людини зоні.

Промислові роботи запрограмовані виконувати певні операції без урахування працюючих поруч з ними людей. Тому на виробництві вони можуть загрожувати життю та здоров'ю людини. Відомі випадки загибелі людей через промислових роботів. З огляду на це їх встановлюють в спеціально відведених місцях, фарбують в яскраві кольори і зводять огорожі в зоні дії робота, щоб не наражати на небезпеку людей. При будь-якій фізичній взаємодії людини з промисловим роботом, механізм необхідно попередньо відключити.

З огляду на цю проблематику, на сьогодні, одним з головних напрямків промислової робототехніки є розробка колаборативної робототехніки (розробка коботів). Вона призначена для прямої взаємодії з людиною в рамках певного спільного простору - стан, в якому спеціально спроектована

роботизована система і оператор, в рамках спільної робочої області, одночасно виконують завдання під час виробничої операції.

Раніше засоби захисту людей полягали в тому, щоб відокремити їх від роботизованого обладнання фізичними захисними пристроями або спорудами (клітини і т. п.), сьогодні, з появою колаборативних робототехнічних систем ця парадигма зсувається - людина працює на пряму з роботом.

Тому, ця взаємодія дає стрімкий старт для активного розвитку технологій в напрямку сумісної взаємодії робота та людини. Таким чином, в автоматизації можна виділити окремі, досить популярні і затребувані напрями розвитку: мехатроніка та робототехніка. Саме робототехніка є однією з ключових ланок в автоматизації виробництва в епоху розвитку технологій Індустрії 4.0.

Поняття четвертої промислової революції (Індустрія 4.0)

Четверта індустріальна революція – це перехід на повністю автоматизоване цифрове виробництво, кероване інтелектуальними системами в режимі реального часу в постійній взаємодії з зовнішнім середовищем, що знаходиться за межами одного підприємства та має перспективу об'єднання у глобальну промислову мережу.

Саме ця революція описується ключовими технологіями, такими як робототехніка, штучний інтелект, адитивні технологи (селективне лазерне плавлення - SLM; пряме лазерне нанесення метала - DLMD, також селективне лазерне спікання SLS; лазерна стеріолітографія - SLA; моделювання методом наплавлення - FDM і т.п.), комп'ютерні симуляції, віртуальна і доповнена реальність, інтернет речей, хмарні технології, бази даних (big data), друкована електроніка, блокчейн і безліч інших технологій.

У широкому сенсі Індустрія 4.0 відображає поточний тренд розвитку автоматизації та обміну даними, що входить до складу кіберфізичних промислових систем, інтернету речей хмарних обчислень. Технології 4.0 представляють собою новий рівень організації виробництва та управління

ланцюжком створення вартості протягом усього життєвого циклу продукції, що випускається.

Звертаючись до історії, попередні революції зменшили потребу людини важко працювати, а майбутня революція майже повністю позбавить нас від необхідності вдаватися до самостійної діяльності (побутової чи виробничої) або обслуговувати інших людей.

Зміна технологічних укладів з подальшим різким стрибком продуктивності і зростанням економіки – промислові/індустріальні революції. периметра безпеки, невеликі за розміром - це дозволяє використовувати роботів в приміщенні з людьми.

Промислова робототехніка, аналіз та лідери світового ринку

Робототехніка орієнтована на створення роботів і робототехнічних систем, призначених для автоматизації складних технологічних процесів і операцій, у тому числі таких, що виконуються в недетермінованих умовах, для заміни людини під час виконання важких, утомливих і небезпечних робіт.

Основна мета робототехніки — виробляти програмування задля контрольованої співпраці електроніки і механіки роботів.

Отже, по скільки в даній кваліфікаційній роботі мова йде про робототехніку в автоматизації, то далі буде йти мова про промислових роботів маніпуляторів.

Промисловий робот — багатоцільовий маніпуляційний робот, що складається з механічного маніпулятора і програмованої системи керування, який застосовується для переміщення об'єктів в просторі трьох і більше координат та для виконання різноманітних виробничих процесів. За ДСТУ 2879-94: Промисловий робот — автоматична машина, стаціонарна чи пересувна, з виконавчим пристроєм у вигляді маніпулятора, який має декілька ступенів рухомості, і програмованим пристроєм керування для виконання у виробничому процесі рухових і керувальних функцій.

Промислові роботи є важливими компонентами автоматизованих гнучких виробничих систем (ГВС), які дозволяють збільшити продуктивність

праці. Типове застосування роботів стосується таких операцій, як зварювання, фарбування, складання, вибірка та встановлення, пакування, контроль продукції та випробування, котрі виконуються з високою надійністю, швидкістю, і точністю.

Колаборативні роботи, як новий напрямок робототехніки

На сьогоднішній день одним з головних напрямків промислової робототехніки є розробка колаборативної робототехніки. У разі взаємодії коботів з людьми, така робототехніка дозволяє другим закріплювати за собою робоче місце, отримувати навички в обслуговуванні роботів, а також збільшувати продуктивність ліній.

Колаборативний робот (кобот) - це автоматичний пристрій, який може працювати спільно з людиною для створення або виробництва різних продуктів. Як і промислові роботи, коботи складаються з маніпулятора і змінною програмою пристрою управління, яка формує керуючі впливу і визначає необхідні руху виконавчих органів маніпулятора. Колаборативні роботи застосовуються на виробництві як для повної автоматизації ділянки, так і у вирішенні завдань, які вимагають часткової автоматизації.

Як правило, управління та програмування коботів на порядок простіше, ніж в промислових роботів, і включає в себе елементи прямого, ручного управління. Також ці роботи дешевше, компактніше і не вимагають додаткових виробничих площ для роботи.

На сьогоднішній день одним з головних напрямків промислової робототехніки є - розробки коллаборативной робототехніки. Вона дозволяє людині і роботу працювати в прямому сенсі пліч-о-пліч, без нанесення шкоди один одному. Така робототехніка дозволяє людям закріплювати за собою робоче місце, отримувати навички в обслуговуванні роботів, а також збільшувати продуктивність ліній.

Коллаборативний робот (кобот) - це автоматичний пристрій, який може

працювати спільно з людиною для створення або виробництва різних продуктів. Як і промислові роботи, коботи складаються з маніпулятора і змінювати програму пристрої управління, яке формує керуючі впливи, які визначають необхідні рухи виконавчих органів маніпулятора. Коллаборативні роботи застосовуються на виробництві як для повної автоматизації ділянки, так і в рішенні задач, які не можна повністю автоматизувати.

Промислові роботи запрограмовані виконувати певні операції без урахування працюючих поруч з ними людей. Тому на виробництві вони можуть загрожувати життю та здоров'ю людини. Відомі випадки загибелі людей через промислових роботів. Тому їх встановлюють в спеціально відведених місцях, фарбують в яскраві кольори і монтують огороження в зоні дії робота, щоб не наражати на небезпеку людей. При будь-якому фізичному взаємодії людини з промисловим роботом механізм необхідно попередньо відключити.

Коллаборативні роботи оснащені датчиками, які контролюють стан людини і не допускають заподіяння йому шкоди. Деякі моделі можна встановлювати безпосередньо на робочих місцях. Як правило, управління та програмування у коботов на порядок простіше, ніж у промислових роботів, і включає в тому числі елементи ручного управління. Також ці роботи дешевше і не вимагають додаткових виробничих площ.

Аналіз світового ринку виробників колаборативної робототехніки

Згідно результатам дослідів IFR - International Federation of Robotics, впровадження співпраці між людиною і роботом знаходиться на підйомі. Ми бачили, що кількість установок коботів зросла на 11%. Ці динамічні показники продажів контрастували із загальною тенденцією з традиційними промисловими роботами в 2019 році. У міру того, як все більше і більше постачальників пропонують спільних роботів, а спектр додатків стає більше, частка ринку досягла 4,8% від загального числа 373000 промислових роботів, встановлених в 2019 році. Незважаючи на те, що цей ринок швидко зростає, він все ще знаходиться в зародковому стані.

РОЗДІЛ 1. ЛАБОРАТОРНА ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСІВ
СОРТУВАННЯ ТА ПАЛЕТУВАННЯ ТА ЇХ СИСТЕМА
АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ: ОПИС ПРОЦЕСІВ, ЦІЛІ ТА
ЗАВДАННЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ, ОПИСИ РЕАЛІЗОВАНОЇ
МОДЕЛІ, ТЕХНІЧНИХ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ САК.

В лабораторії робототехніки було розміщено лабораторний стенд для сортування деталей, зображено на рис. 1.1, та схематичне зображення (рис. 1.2.). Лабораторний стенд зроблено по модульній концепції, а саме: Перший модуль складається з коллаборативного роботу Universal Robots моделі UR3, який розміщений на візку. В середині візку розміщено блок електронного керування та кабельна лінія живлення та зв'язку. На поверхні візку розміщений робот з інструментом захоплення та поверхня з розміченими позиціями, куди потрібно ставити деталі за допомогою роботу. Другий модуль складається с інспекційного конвеєру компанії INTROMOTION. На транспортері встановлений шток для фіксації деталі, блоку датчиків для визначення типу матеріалу деталі. Та електричного щита, який містить ПЛК та частотний перетворювач.



Рис. 1.1. Зображення лабораторної установки сортування деталей

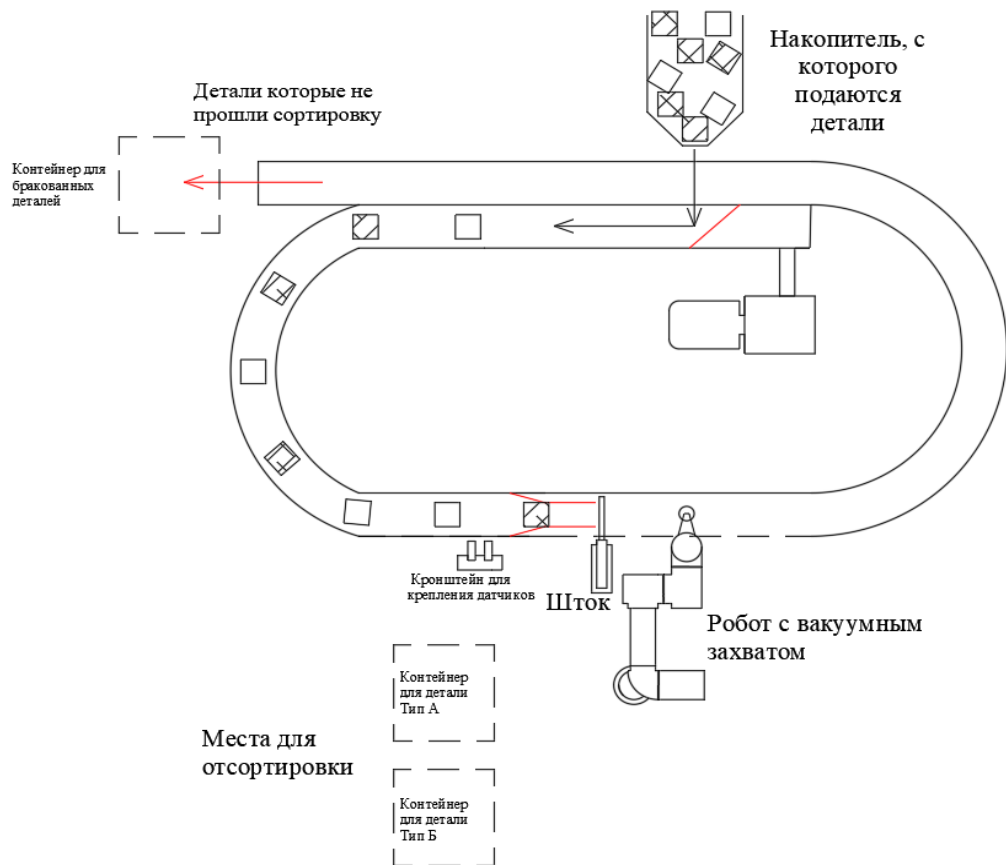


Рис. 1.2. Схематичне зображення лабораторної установки

Данная лабораторная установка имеет функции управления для конвейера, а именно:

1. Технологічний пуск и стоп.
2. Аварійний стоп при спрацюванні сходу стрічки, відсутність швидкості стрічки та по тепловому захисту двигуна.

Для работа:

1. Технологічний пуск та стоп;
2. Аварійний стоп при контакту роботу з людиною або наявності людини в робочий зоні, при сигналі аварійного стопу конвеєру.
3. Сортування деталей з використанням функції паллетизації

Для лабораторного стенду було змонтовано електричний щит, зображення щита в середині зображено на рис. 1.3. Характеристики електронних компонентів та виконавчих механізмів описано нижче:

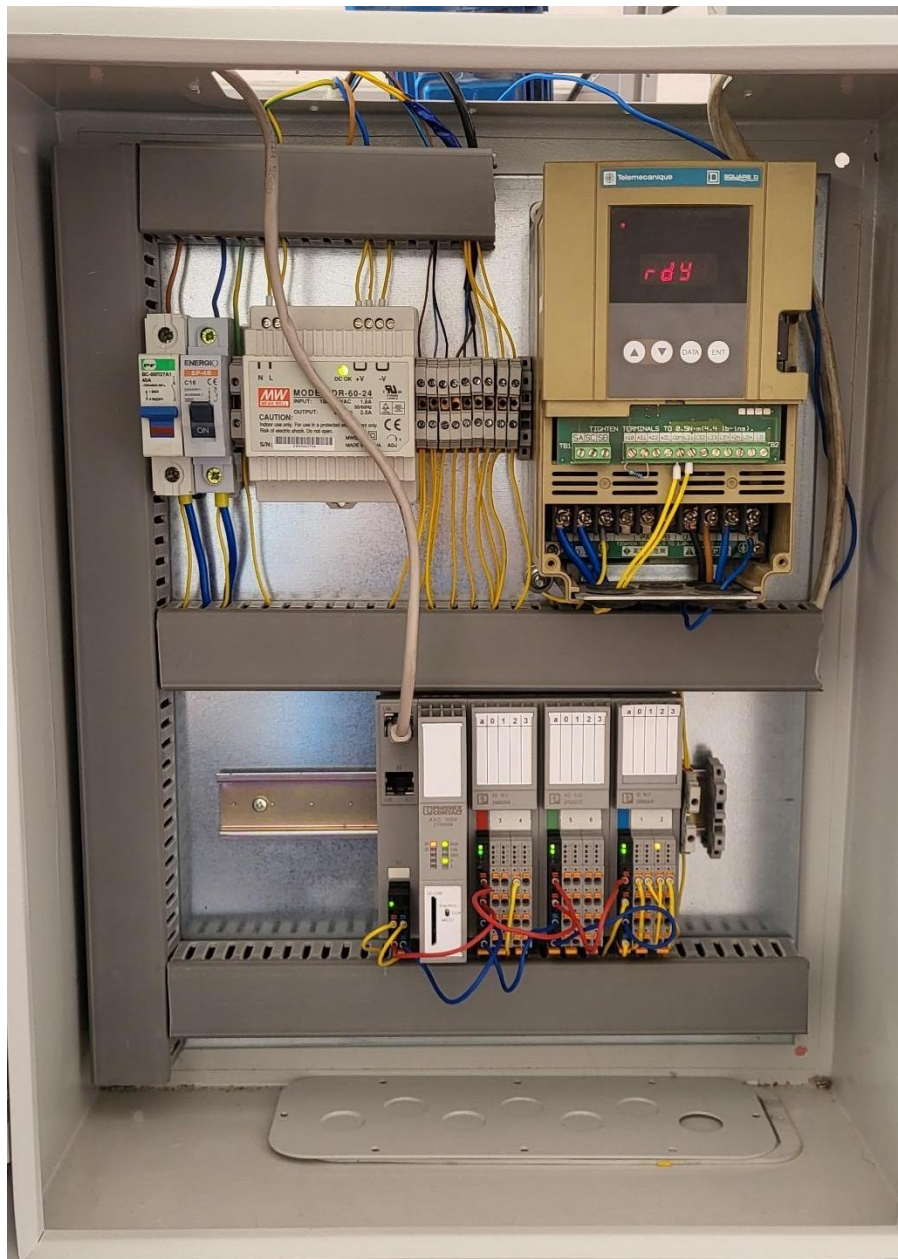


Рис. 1.3. Результат монтажних робіт щита

Модулем керування та передачі даних являє ПЛК компанії Phoenix Contact, компактний контролер АХС 1050 (рис. 1.4.) для системи введення-виведення Ахіоліне, в якому послідовно реалізовано прагнення максимальної продуктивності, простота управління та можливість використання в суворих промислових умовах. Призначений для зчитування, обробки сигналів з датчиків, передача даних по протоколу Modbus до роботу та керування частотним перетворювачем транспортеру.

Характеристики ПЛК:

- Конструкція – Модульний;
- Тип виробу – ПЛК;
- Серія виробів – Ахіосcontrol;

Система:

- Процесор – Altera Nios II 1x 100 МГц;
- Пам'ять для постійного зберігання даних – 48 кбайт (NVRAM);
- Середовина виконання – МЭК-61131;
- Пам'ять для програми – 2 Мбайт;
- Пам'ять даних – 2 Мбайт;
- Кількість завдань управління – 8;

PROFINET:

- Функція приладу: ПЛК PROFINET, пристрій PROFINET;
- Частота оновлення мін. – 4 мс (1 пристрій);
- Клас відповідності – А;
- Кількість підтримуваних віконних пристроїв – макс. 16 (на контролері PROFINET);

Функціональність:

- Підтримувані мови програмування – Мова інструкції (AWL/IL), мова послідовних функціональних схем (AS/SFC), мова релейної діаграми (KOP/LD), мова функціональних блокових діаграм (FBS/FBD), мова структурованого тексту (ST);



Рис. 1.4. ПЛК АХС 1050

«AXL F DI16/1 1H» дискретний модуль вводу (рис. 1.5). Цей модуль призначений для застосування всередині станції Axioline F. Він служить для реєстрації цифрових сигналів, які в свою чергу передає стан сигналів до головного ПЛК. Для підвищення перешкодозахищеності передбачена можливість налаштування часу фільтрації на входах. Час фільтрації 100 мкс дозволяє вам залежно від сфери застосування використовувати функцію підрахунку з частотою на вході до 5 кГц. Приклад схеми підключення до цифрового модулю, зображено на рис 1.6. Модуль DI має такі характеристики:

- Живлення – 24В;
- Кількість дискретних входів – 16;
- Інтерфейс підключення – шина даних Axioline F;
- Спосіб під'єднання – 1-провідний кабель;
- Тип підключення – затискачі Push-In.



Рис. 1.5. «AXL F DI16/1 1H» дискретний модуль вводу

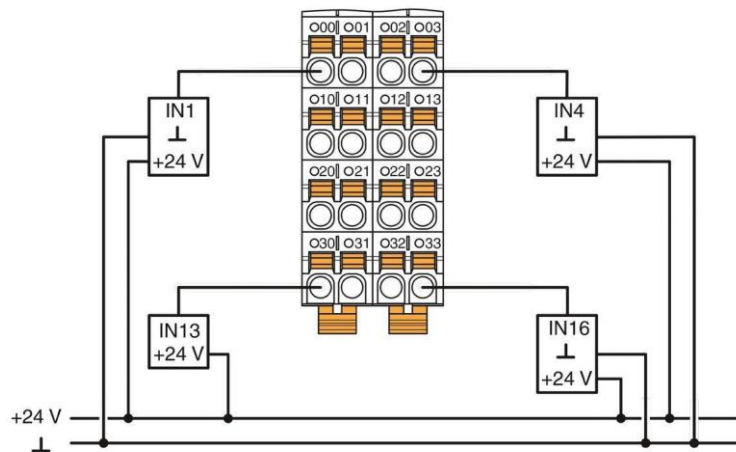


Рис. 1.6. Приклад схеми підключення цифрових входів

«AXL F DO16/1 1H» дискретний модуль виводу (рис. 1.7). Цей модуль призначений для застосування всередині станції Axioline F. Він служить для виведення цифрових сигналів. Виходи захищені від короткого замикання та перевантаження. Від модулю ПЛК отримує сигнали керування на застосування дискретних виходів. Наприклад, подання 24В через дискретний вихід до частотного перетворювача, для того щоб запустити транспортер. Для підвищення перешкодозахищеності передбачена можливість налаштування часу фільтрації на входах. Час фільтрації 100 мкс дозволяє вам залежно від сфери застосування використовувати функцію підрахунку з частотою на виході до 5 кГц. Приклад схеми підключення до цифрового модулю, зображено на рис 1.8. Модуль DO має такі характеристики:

- Живлення – 24В;
- Кількість дискретних виходів – 16;
- Інтерфейс підключення – шина даних Axioline F;
- Спосіб під'єднання – 1-провідний кабель;
- Тип підключення – затискачі Push-In.

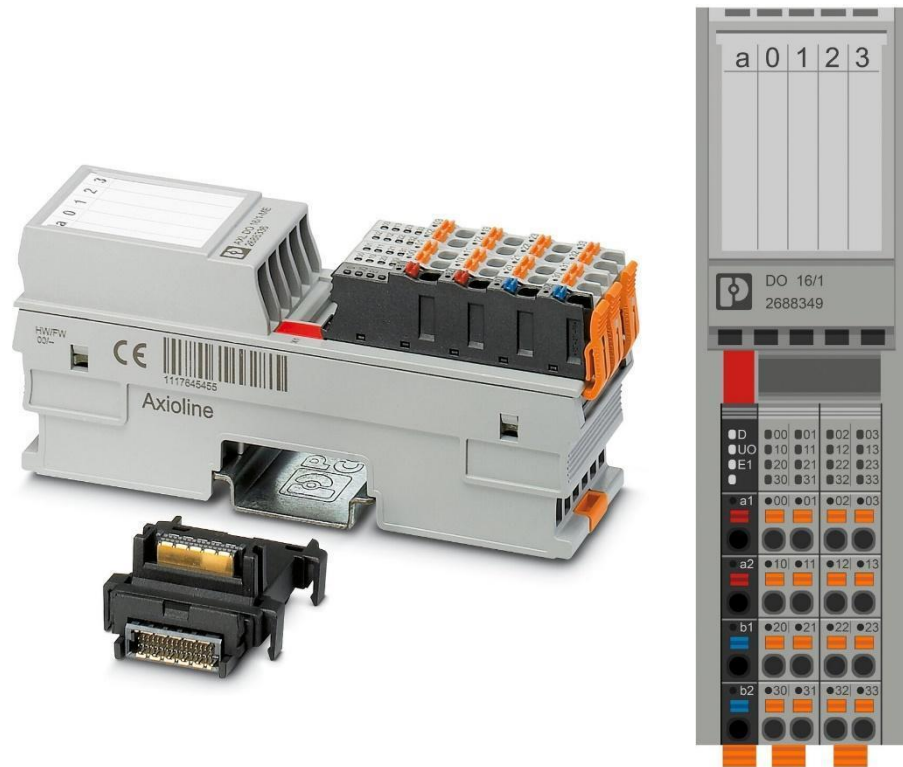


Рис. 1.7. «AXL F DO16/1 1H» дискретний модуль виводу

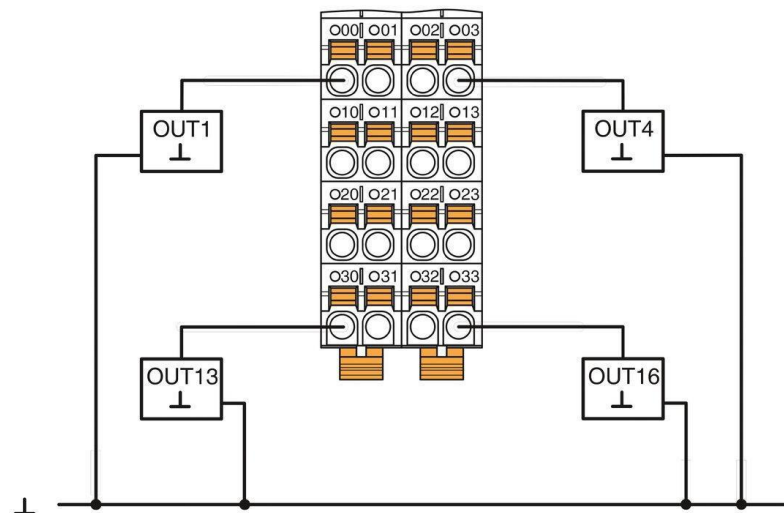


Рис. 1.8. Приклад схеми підключення цифрових виходів

Аналоговий модуль «AXL F AI2 AO2 1H» призначений для застосування всередині станції Axioline F. Він служить для реєстрації та виведення аналогових сигналів напруги та струму (рис. 1.9.). Резервний модуль для використання в лабораторному стенді в майбутньому. Наприклад, керування швидкості транспортеру від різних умов та ситуацій. Приклад схеми підключення аналогових входів/виходів зображено на рис. 1.10.

Характеристики

- Тип підключення до ПЛК: Інтерфейс (шина) «Axioline»;
- Кількість входів: 2;
- Кількість виходів: 2;
- Тип входів/виходів: налаштовується на 0..5 В, 0..10 В, 0..20 мА, 4..20 мА.
- Перетворювач АЦП: 16 біт.



Рис. 1.9. Модуль аналогового вводу та виводу

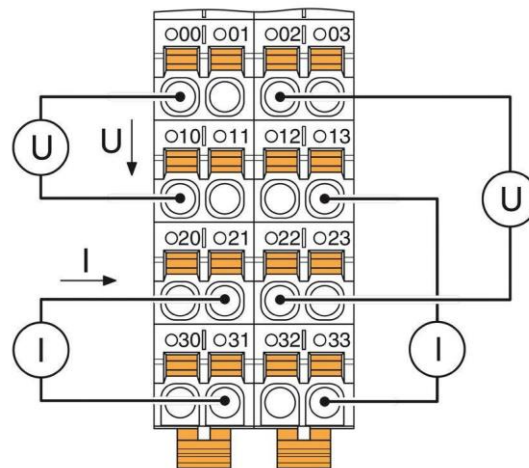


Рис. 1.10. Приклад схеми підключення аналогових входів/виходів

Для керування двигуном конвеєру використовується частотний перетворювач компанії «Schneider Electric». Прилад ATV212H075N4 0.75 кВт 3-фаз. представлений у трифазному виконанні (рис. 1.12). Це модель із серії Schneider Electric Altivar, що має потужність 0.75 кВт. Основним призначенням є застосування для 3-фазних асинхронних електричних двигунів. Його використання гарантує плавний запуск та зупинку двигуна. При цьому є автоматичне забезпечення регулювання технологічного процесу, що здійснюється за допомогою зміни швидкості обертання двигуна.

Перетворювач частоти Altivar 212 0.75 кВт 3-фаз. повністю відповідає міжнародним стандартам, а також розпорядженням щодо захисту навколишнього середовища. Крім того, він відповідає європейським розпорядженням з маркуванням CE.

К перевагам моделі відноситься застосування перетворювачів Schneider Electric Altivar дозволяє скоротити на 70% енергетичні витрати, особливо якщо порівнювати з простими системами Підключення частотнику Schneider Electric ATV212H075N4 до шини управління. Прилад надає можливість зробити простіше системи. (рис. 1.11)



Рис. 1.11. Налаштування частотнику

Фіксується перетворювач за допомогою DIN – рейки, довжина якої складає 35 мм. Робота приладу орієнтується на технічне обладнання, що не має великої потужності.

Характеристики приладу:

- Потужність – 0.75 кВт;
- Фазність/напруга на вході – 1 / 220 В;
- Фазність/напруга на виході – 3 / 380 В;
- Номінальний струм – 2.5 А;
- Тип керування – векторний;
- Робоча температура – 0...+50 °С;
- Максимальна вихідна частота – 500 Гц;
- Степінь захисту корпусу – IP20;



Рис. 1.12. Частотний перетворювач ATV212

Виконавчим механізмом є трьох фазний електродвигун марки АІР 63В4 (рис. 1.13.). Призначений для перетворення електричної енергії в механічну енергію обертання транспортеру.



Рис. 1.13. Електродвигун

Характеристики електродвигуну

- Потужність – 0,35 кВт.
- Живлення/фазність – 380В/3;
- Діаметр валу – 14 мм;
- Кількість обертів – 1500 об/хв;

Лінійка колаборативних роботів від датської компанії Universal Robots. Компанія Universal Robots має серійну лінійку з трьох роботів по вантажопідйомності, а саме на 3 кг (рис.1.14.). Варто відзначити, що роботи компанії Universal Robots дозволяють компаніям скористатися всіма перевагами передових технологій в сфері роботизації при відсутності додаткових витрат на традиційне програмування і налаштування роботів, а також створення спеціальних екранованих робочих секцій. Це робить роботизацію доступною для малих і середніх підприємств, дрібносерійного виробництва продукції та інших проектів, де в інших умовах вона була б занадто витратною.



Рис.1.14 – Коллаборативний робот «UR 3»

Крім лінійки коботів UR, компанія Universal Robots, декілька років тому, на виставці Hannover Messe анонсувала оновлену лінійку своєї серії іменовану як UR E-series. Головні відмінність між серією UR і UR E-series в тому, що в новій лінійці ще більше спрощений інтерфейс програмування і є можливість сконструювати завдання для своєї галузі безпосередньо з сайту, використовуючи додаток Application Builder.

Нижче представлена таблиця основних технічних характеристик.

- Корисне навантаження - 3 кг;
- Номінальна. Вантажопідйомність - 3 кг;
- Макс. радіус дії - 500 мм;
- Кількість керованих осей - 6;
- Стабільність повторюваності;
- позиціонування (ISO 9283) $\pm 0,1$ мм;
- Вага кобота - 15 кг;
- Монтажне (і) положення (я) Пол / Стеля / Стіна;
- Клас захисту контролера робота - IP 20;
- Клас захисту кисті промислового робота - IP 54;

Також, варто зауважити наступні важливі переваги. По-перше робот абсолютно простий в освоєнні та програмуванні. Запатентована технологія дозволяє операторам, які не володіють навичками програмування, швидко налаштувати коботів і управляти ними за допомогою інтуїтивної технології 3D-візуалізації. Досить просто пересувати маніпулятор у потрібному напрямку або скористатися клавішами зі стрілками на простому у використанні планшеті з сенсорним екраном. По-друге настройка робота і його конфігурація проходить, як і в аналогії з програмуванням - досить просто.

Компанія Universal Robots розробила революційну технологію настройки коботів, яка дозволяє скоротити термін розгортання обладнання з декількох тижнів до декількох годин. Згідно відгуків замовників їхньої продукції - налаштування обладнання займає в середньому півдня. Оператору, що виконує первинний запуск кобота, як правило, потрібно менше години для розпакування, монтажу і програмування першої простої операції. По-третє, варто звернути увагу на гнучкість розміщення робота, а гнучкість - це одне з ключових критеріїв у нашому виборі. Не обмежуйтеся застосуванням роботів тільки для виконання певного виду робіт. Роботи компанії Universal Robots відрізняються малою масою і компактністю. Крім того, їх досить легко інтегрувати в інші виробничі ділянки, так як для цього не потрібно вносити змін в загальну технологічну схему підприємства. Ви зможете легко і швидко перенести кобота з однієї ділянки на іншу, тим самим отримавши можливість автоматизувати практично будь-який ручна праця, включаючи виготовлення дрібних партій виробів або ті випадки, коли необхідно швидко змінити свою продукцію. Коботи можуть використовувати одні і ті ж програми для виконання завдань, що повторюються.



Рис. 1.15. Щит керування робота

У блоці управління знаходиться плата контролю безпеки, материнська плата і USB накопичувач. Плата контролю безпеки обробляє всі вхідні і вихідні сигнали від контролера управління, а також забезпечує зв'язок з периферійним обладнанням з таким як захисні пристрої, датчики, інтерфейси і кнопки. Захисні пристрої, такі як зовнішня аварійна зупинка повинні бути підключені до жовтих роз'ємів, сірі роз'єми призначені для цифрових сигналів, а зелені для аналогових сигналів.

Материнська плата являє собою мікропроцесор з високою обчислювальною потужністю - Ethernet та USB з'єднанням.

USB накопичувач, містить все програмне забезпечення включає операційну систему Linux, запатентований програмний інтерфейс Universal Robots під назвою PolyScore і програми створені користувачем.

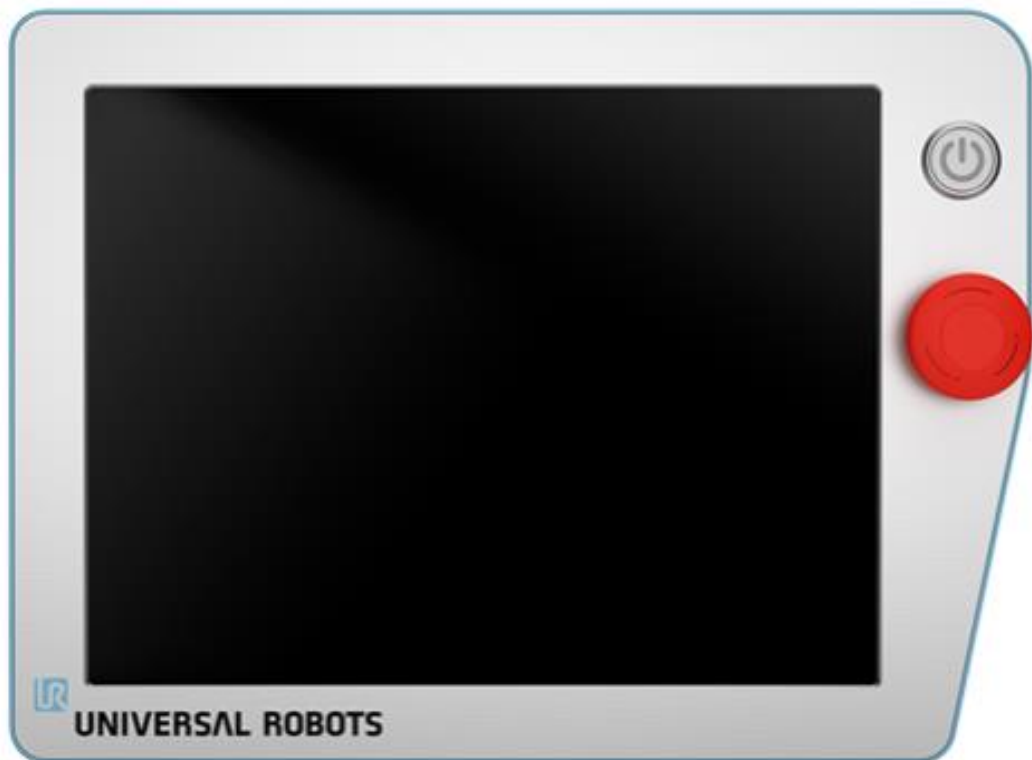


Рис. 1.16. Пульт керування роботи

Пульт навчання (рис. 1.16) призначений для включення маніпулятора колаборативного робота, програмування робота для виконання визначених завдань, а також управлінням сигналів від периферійних пристроїв, таких як пристрій захоплення, датчики та т.п.. Панель навчання використовується в якості інтерфейсу зв'язку і роботи між оператором і роботом. Панель має резистивний дванадцяти дюймовий дисплей з додатковим USB портом, для підключення та звітування USB накопичувача.

Також, панель навчання має кріплення під кронштейн, який знаходиться на блоці управління та з довжиною кабелю в 5-ть метрів. Враховуючи це, стандартним розташуванням пульта навчання є безпосередньо блок управління, але оператор має можливість вивести її на окреме, зручне місце в радіусі 5-ти метрів від блоку управління.

Для переміщення робота власноруч, також необхідно використовувати пульт навчання, на зворотній стороні пульта навчання розташована кнопка FreeDrive. Поки кнопка натиснута, її сигнал дозволяє вам фізично захопити

маніпулятор робота та протягнути його в бажане місце. Данну функцію можна використовувати, щоб показати роботу розташування певної контрольної точки

Рекомендації щодо монтажу та експлуатації роботів

При монтажі робота і перших його пусках, необхідно перш за все дотримуватися наступних рекомендацій перерахованих нижче:

1. Переконатися, що коллаборативний робот та його робочий орган (інструмент) надійно закріплені та під'єднані.
2. Забезпечити роботу ділянку для вільної роботи маніпулятора, або задати необхідні параметри безпеки (закриті площини роботи)
3. Забороняється носити вільний одяг або ювелірні вироби при роботі з роботом. Необхідно переконатися в тому, що довгі волосся зібране назад при роботі з роботом.
4. Забороняється експлуатувати пошкодженого робота.
5. При повідомленні програмним забезпеченням про критичну помилку - необхідно відразу ж активувати аварійну зупинку, записати умови, що викликали помилку, знайти відповідні коди помилок в екрані журналу і звернутися до постачальника.
6. Не можна підключати запобіжні пристрої до звичайних входів / виходів. дозволяється використання тільки інтерфейсів безпеки.
7. Переконатися у використанні коректних параметрів монтажу. Наприклад, чи правильно вказано кут монтажу робота, чи вірно вказана вага робочого органу (інструменту), чи правильно вказано зміщення центральній точки робочого органу (ЦТР), чи правильно вказані конфігурації безпеки. виконуйте завантаження інсталяційний файл разом з програмою.
8. Функція вільного приводу (опір / зворотний прохід) повинна використовуватися тільки при наявності відповідної можливості в

результаті проведення оцінки ризику. Інструменти або перешкоди не повинні мати гострих граней або зон заземлення.

9. Переконайтеся, що всі голови людей знаходяться поза зоною досяжності роботи. 10. В разі поєднання або спільної роботи з іншими пристроями, що мають можливість пошкодити, настійно рекомендується виконати перевірку всіх функцій і програми окремо. Перевірку програми рекомендується виконувати з використанням тимчасових контрольних точок, розташованих поза робочої зони інших пристроїв. Universal Robots не несе відповідальності за будь який збиток, заподіяний роботу або іншого обладнання, викликаний помилками програмування або неполадками роботи.

Інструмент захоплення роботу

Інструмент захоплення роботу має два варіанти в залежності від розміщення лабораторної установки сортування в приміщенні з пневматичною магістраллю чи без магістралі. Розглянемо варіант без пневматичної магістралі.

Інструментом захоплення являє собою пристрій компанії «RoboticQ», моделі «E-Hand», зображено на рис.. Це просте рішення, де виконавчим механізмом захоплення є два «Пальці» на лінійних приводах.



Рис. 1.17. Пристрій компанії «Robotiq»

Даний пристрій захоплення має основні особливості, такі як ергономічна форма для ручного налаштування, створений для промислового застосування та жорстких умов, має автоматичне визначення частини, положення, зворотний зв'язок і перевірка частини.

Прилад захоплення такі характеристики:

- Регульований хід захоплення – 50 мм;
- Регульована сила захоплення – 20 до 185 Н;
- Вага пристрою – 1 кг;
- Регульована швидкість закривання – 20 до 150 мм/с;
- Корисна вантажопідйомність – 5 кг;
- Роздільна здатність положення – 0,2 мм;
- Корисне навантаження – 4,7 кг. Розраховано для використання покритих кремнієм кінчиків пальців для захоплення сталевого предмета за низького прискорення робота

РОЗДІЛ 2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «РЕАЛІЗАЦІЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ПЛК ТА КОНТРОЛЕРА РОБОТА ЗА ДОПОМОГОЮ ДИСКРЕТНИХ ВХОДІВ/ВИХОДІВ, ЇЇ ТЕСТУВАННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ»

Мета роботи:

- Реалізувати зв'язок та обмін даними ПЛК «АХС 1050» то контролер роботу «UR 3» за допомогою дискретних модулів.
- Одержати навички конфігурування дискретних модулів в ПЛК «АХС 1050».
- Навчитися створювати змінні та їх зв'язок з дискретними модулями в програмі PC WORX.
- Одержати навички налаштування дискретних модулів в контролері роботу «UR 3» та в його графічному інтерфейсу «Polescore».
- Одержати навички програмування в «Polescore» та опанувати роботу дискретних модулів.

Вступ

Зв'язок двох контролерів за допомогою дискретних входів та виходів, є одним з найпростіших способів обміну інформації. Але при збільшені кількості даних потребує більшу кількість кабелів відносно одного сигналу. До ПЛК під'єднано два датчики, які передають інформацію, для активації різних умов програми роботу, який в свою чергу отримує дані через дискретний модуль.

Дискретний вхід (DI, digital input) необхідний для введення в ПЛК параметрів, які мають лише два стани: включено чи вимкнено, є сигнал чи ні сигналу. Ці стани задаються рівнем напруги, що подається на DI.

Дискретний вихід є контакт, здатний видавати сигнал, що є з погляду програми логічним нулем або одиницею. Такий сигнал здатний замкнути або розімкнути керуючу чи живильну ланцюг підключеного пристрою, тим самим виконавши необхідний алгоритм роботи.

В даній лабораторній роботі робот UR3 та ПЛК АХС 1050 підключені за схемою, яка зображена на рис. 2.1.

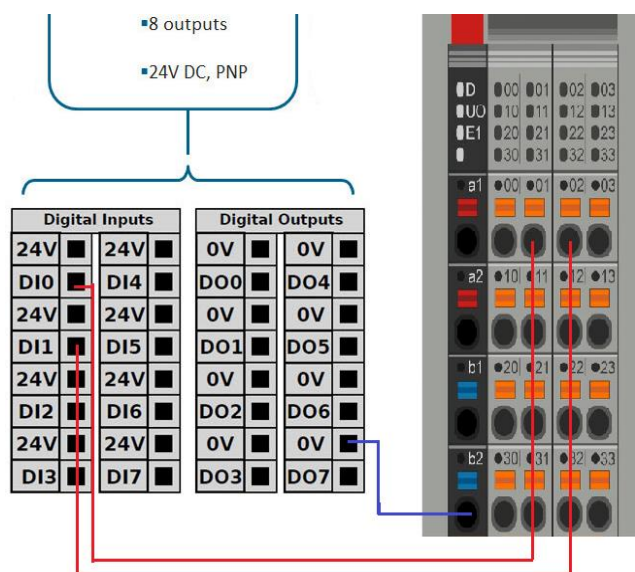


Рис. 2.1. Схема підключення дискретних модулів для передачі даних від ПЛК(DO) до контролеру роботу(DI).

В даній лабораторній роботі будуть використовуватись назви змінних, нумерація дискретних входів для ПЛК то роботу, які описані в таблиці 1.

Табл. 1

ПЛК АХС 1050		Робот UR3		Назва змінної для ПЛК	Назва змінної для роботу	Тип датчику
Нумерація	Тип модулю	Нумерація	Тип модулю			
01	DO	00	DI	Sensor_PNP	SensorPNP	Індуктивний
02	DO	01	DI	Sensor_Coil	SensorCoil	Ємнісний

Порядок виконання лабораторної роботи:

Конфігурування ПЛК «АХС 1050».

Створіть новий проект та конфігуруйте шину зв'язку «Ахіоліне» для модулів контролера, що позначені в таблиці 2. Де, «АХЛ F» - шина зв'язку «Ахіоліне F», «DI» - властивість модулю, вхід, або вихід (DO), 16/1 – це

кількість входів або виходів з одно провідним підключенням, «1Н» - це отримання сигналу логічної одиниці при умові надходження 24 В.

Табл. 2

№	Назва модулю	Тип
1	AXL F DI 16/1 1H	Дискретний модуль вводу
2	AXL F DO 16/1 1H	Дискретний модуль виводу
3	AXL F AI2 AO2 1H	Аналоговий модуль вводу/виводу

Після чого, маємо первинний вид вікна налаштування в програмі PC WORX (рис. 2.1.1).

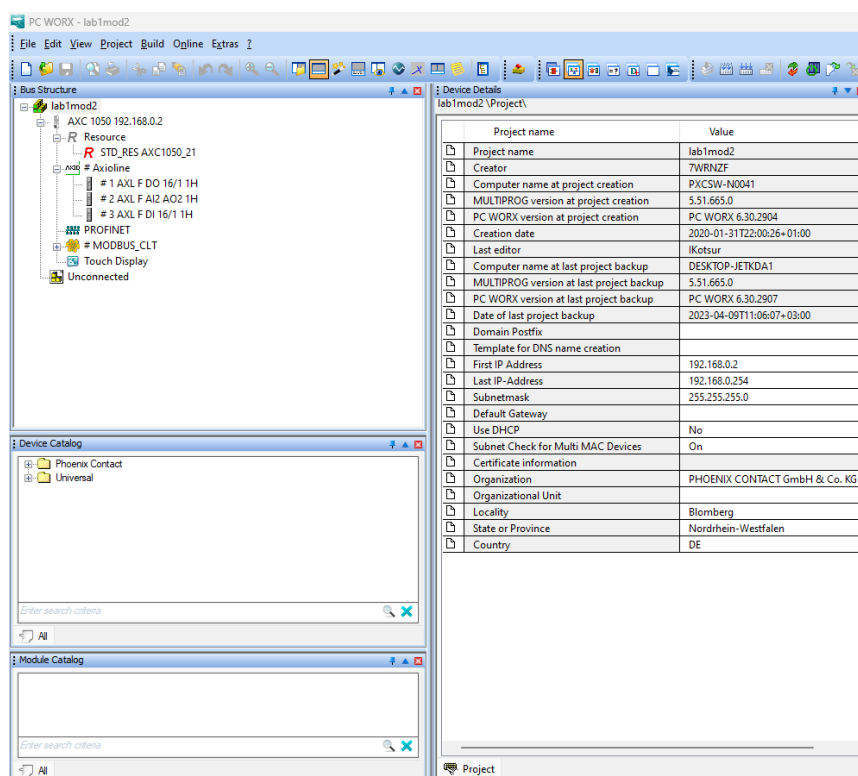


Рис. 2.1.1. Перші налаштування ПЛК

Створення програми для ПЛК «АХС 1050».

Для реалізації передачі даних з ПЛК потрібно:

1. Перейдіть до вкладки з пустою програмою, та створіть змінну для зчитування даних датчику з назвою, наприклад, «Sensor_PNP» (дивитись дані таблиці 1). Виберіть тип даних Bool та область даних - VAR_GLOBAL. Створення змінної зображене на рис. 2.2.1.

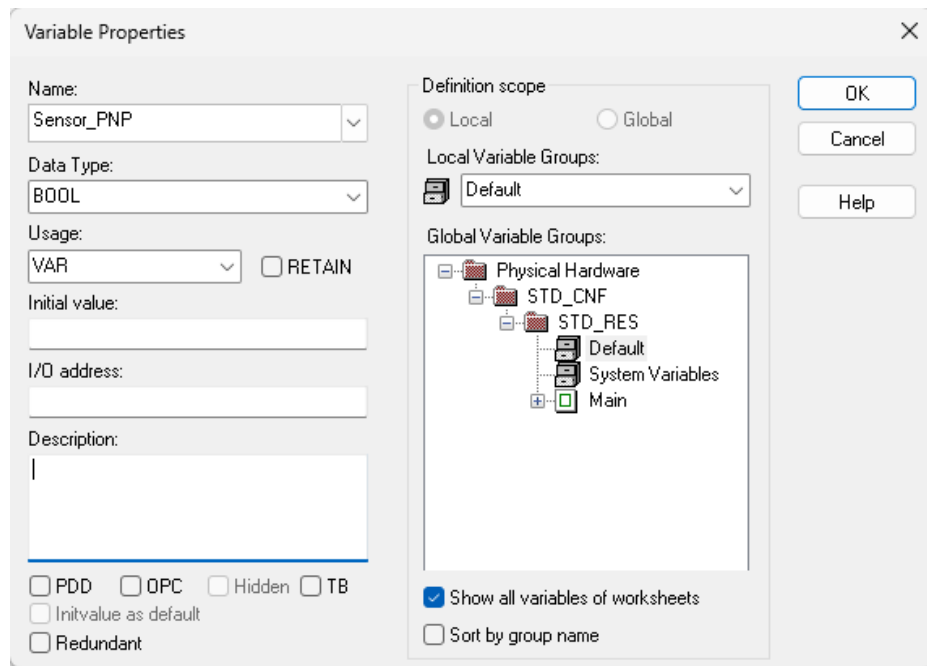




Рис. 2.2.1. Вікно для створення змінної в PC WORX

2. Після чого отримаємо створену змінну  Sensor_PNP .
3. Таким ж чином створіть проміжну змінну стану SensorPNP_var та з'єднайте їх.
4. Повторіть створення змінної «Sensor_Coil» та з'єднайте. Вигляд створених змінних зображено на рис. 2.2.2.

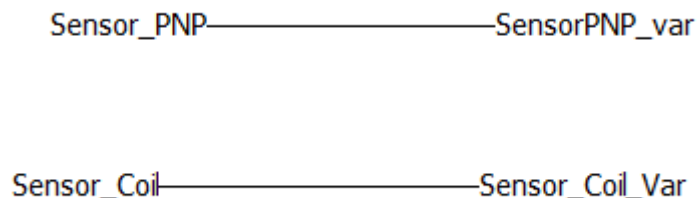


Рис. 2.2.2 Створені змінні

5. Створимо змінну «Sensor_PNP_OUT» для запису даних на дискретний вихід, таким ж чином, як в пунктах 1-4. Та з'єднайте с проміжними змінними, зображено на рис. 2.2.3.

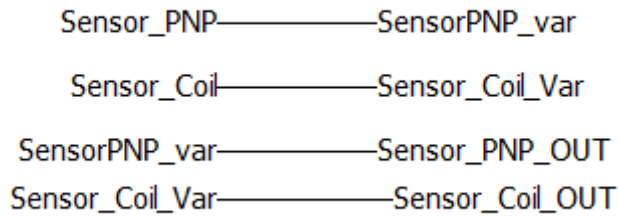


Рис. 2.2.3 Створені загальні змінні

З даних таблиці 1, бачимо, що до ПЛК під'єднано два датчики, а саме індуктивний на дискретний вхід 01 та ємнісний на дискретний вхід 02.

Щоб об'явити зв'язок змінної з дискретним модулем ПЛК потрібно:

1. Перейти в вкладку конфігурації модулів ПЛК та вибрати модуль дискретних входів AXL F DO 16/1 1H.
2. Після чого, перетягнути змінні Sensor_PNP та Sensor_Coil на позицію дискретних входів 01 та 02 (рис.2.3.4.).

Symbol/Variable	Data Type	Process Data Item	Description	Device	Process Data Item	I/Q	Data Type	Byte.Bit	Address	Symbol/Variable	Port
SensorPNP_IN	BOOL	# 3 AXL F DI 16/1 1...		# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN00	I	BOOL	0.0			00
SensorPNP_var	BOOL			# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN01	I	BOOL	0.1		STD_CNF STD_RES \ SensorPNP_IN	01
Sensor_Coil	BOOL	# 3 AXL F DI 16/1 1...		# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN02	I	BOOL	0.2		STD_CNF STD_RES \ Sensor_Coil	02
Sensor_Coil_Var	BOOL			# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN03	I	BOOL	0.3			03
test	WORD			# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN04	I	BOOL	0.4			10
Start_Motor	BOOL			# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN05	I	BOOL	0.5			11
Motor_OUT	BOOL			# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN06	I	BOOL	0.6			12
V000	TIME		10#s	# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN07	I	BOOL	0.7			13
Start_kaseta	BOOL			# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN08	I	BOOL	1.0			20
Sensor_MB_2	WORD			# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN09	I	BOOL	1.1			21
Sensor_MB_1	WORD			# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN10	I	BOOL	1.2			22
Sensor_Coil_OUT	BOOL			# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN11	I	BOOL	1.3			23
Sensor_PNP_OUT	BOOL			# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN12	I	BOOL	1.4			30
				# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN13	I	BOOL	1.5			31

Рис. 2.2.4. Підв'язані змінні до дискретних входів

3. Таким ж чином, підв'яжіть змінні до модулю дискретного виходу, орієнтуючись на дані таблиці 1. (Рис. 2.2.5.)

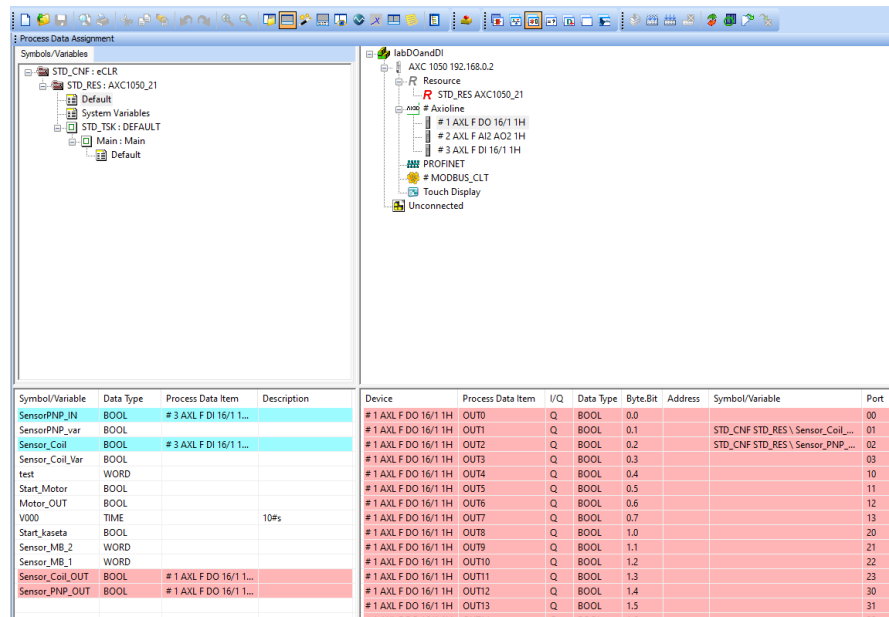


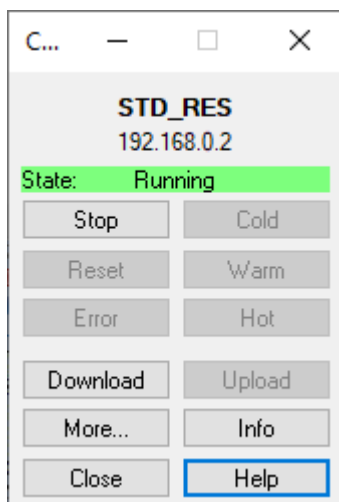


Рис. 2.2.5. Підв'язані змінні до дискретних виходів

Після конфігурування змінних та створення програми, потрібно завантажити програму, конфігурацію в ПЛК та виконати холодне перезавантаження, а саме:

1. Виберіть і виконайте команду «Build, Rebuild Project» .
2. Відкрийте діалогове вікно «Project ControlDialog» .



3. Клацніть на «More...».
4. Активуйте прапорець "PermanentasBootproject".
5. Увімкніть прапорець «Alwaysallowreal-timeviolationsduringDownloadChanges» в діалоговому вікні «Downloadoptions», потім закрийте це вікно.
6. Натисніть «Download» у діалоговому вікні «Project ControlDialog».

Конфігурування дискретного модуля для робота Universal Robots UR3

В меню програмування виберіть підменю «Installation» **Installation** на тисніть на функцію «I/O Setup», вікно налаштування дискретних входів зображено на рис. 2.3.1.

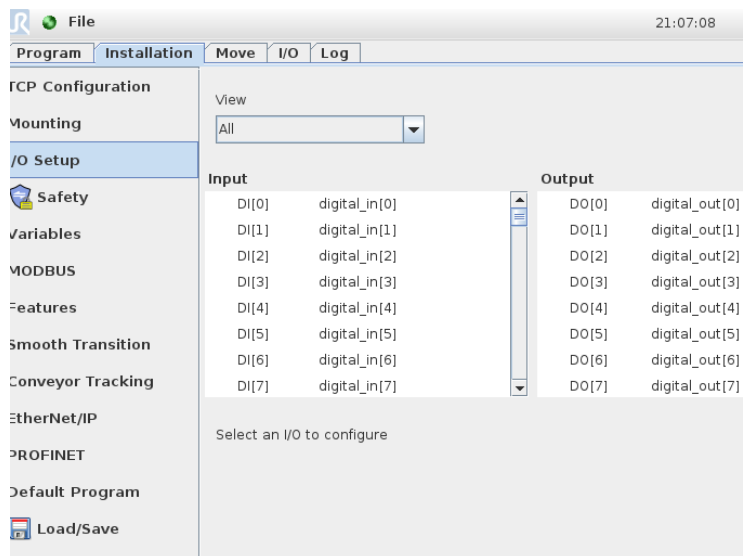


Рис. 2.3.1. Вікно налаштування дискретного модулю для роботу Для швидкого та зрозумілого використання дискретного входу – перейменуємо на назву змінної, а саме

1. Натисніть на вхід DI(0) та digital_in(0) змініть його штатну назву на «SensorPNP» за допомогою екранної клавіатури (рис.2.3.2.).



Рис. 2.3.2. Зміна назви

2. Таким ж чином змініть назву другого входу на «SensorCoil», зображено на рис. 2.3.3.


Input	
DI[0]	SensorPNP
DI[1]	SensorCoil

Рис. 2.3.3. Налаштовані назви

Створення програми для роботу Universal Robots UR3.

Перед початком створення програми, перейдіть в меню налаштування, виберіть функцію налаштування робочого інструменту (TCP), та встановіть навантаження 0.1 кг.

Для створення програми роботу з використанням дискретних входів потрібно:

1. Перейдіть до дерева програми, виберіть пусте поле , та в вікні структура «Structure» виберіть пункт додати точку «Waypoint» .
2. Налаштуйте точку позиції роботу «Waypoint_1» на середнє положення, приклад розміщення зображено на рис. 2.4.1.

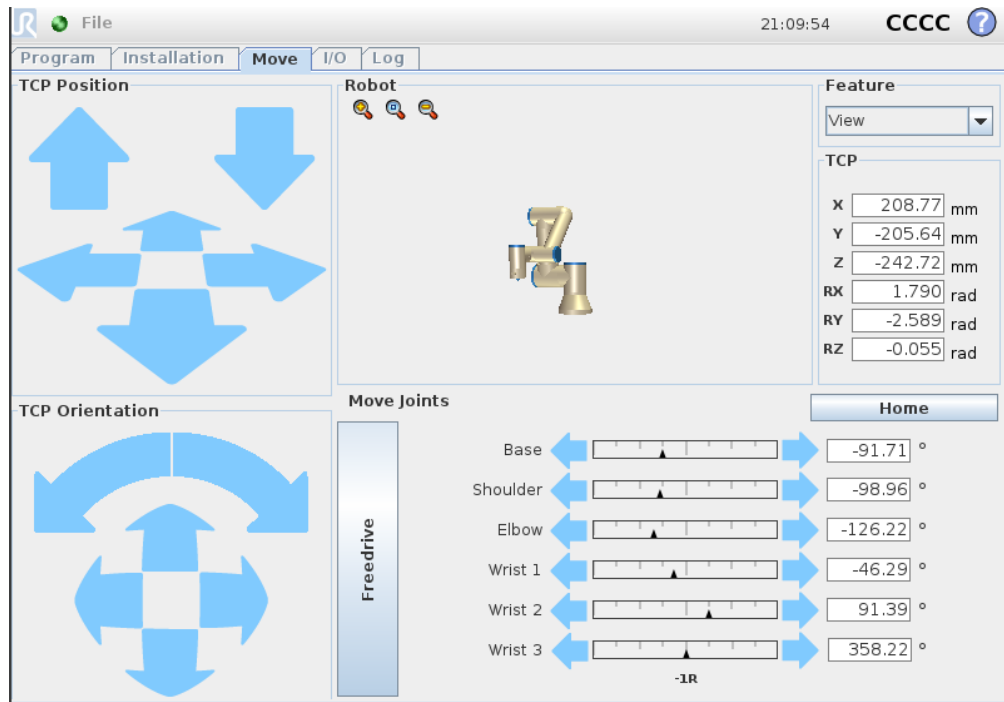



Рис. 2.4.1. Налаштування точки позиції роботу «Waypoint_1».

3. В меню структури виберіть функцію умови .
4. Створимо умову з використанням змінної «SensorPNP», при умові, якщо дані, які ми отримуємо від ПЛК, змінної дискретного входу будуть дорівнювати 1, то умова буде виконуватись.

Натисніть на рядок введення, в випадаючому меню «Input» виберіть змінну «SensorPNP» та допишіть =1 (рис. 2.4.2).

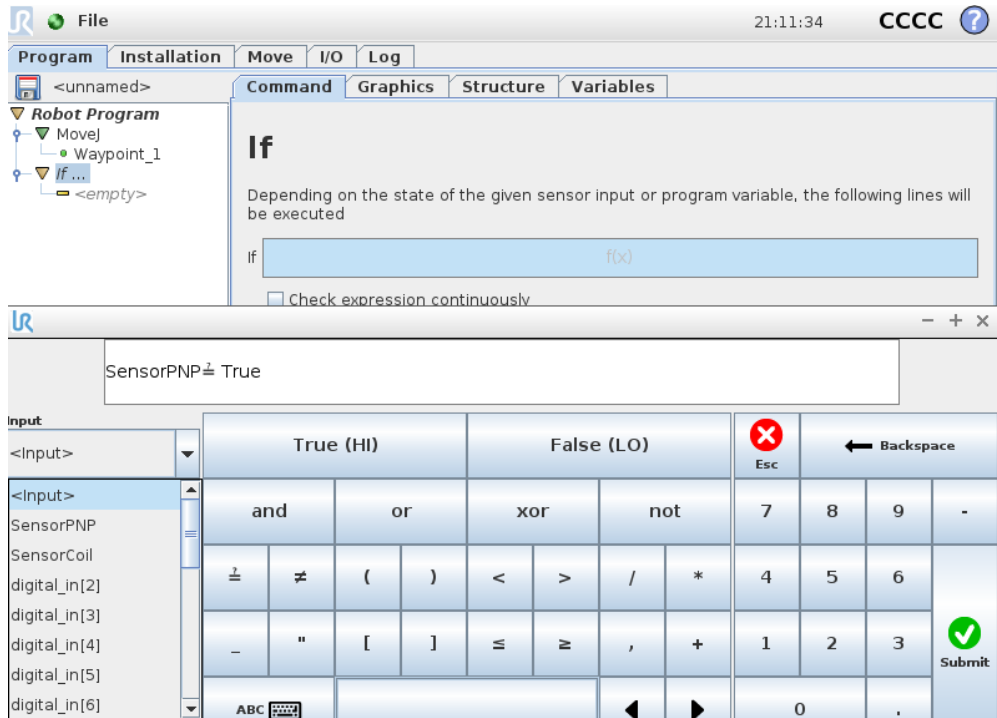


Рис. 2.4.2. Приклад введення умови

- Після чого, додайте в умову нову точку позиції роботу «Waypoint_2», та налаштуйте на підняття роботу, приклад зображено на рис. 2.4.3.

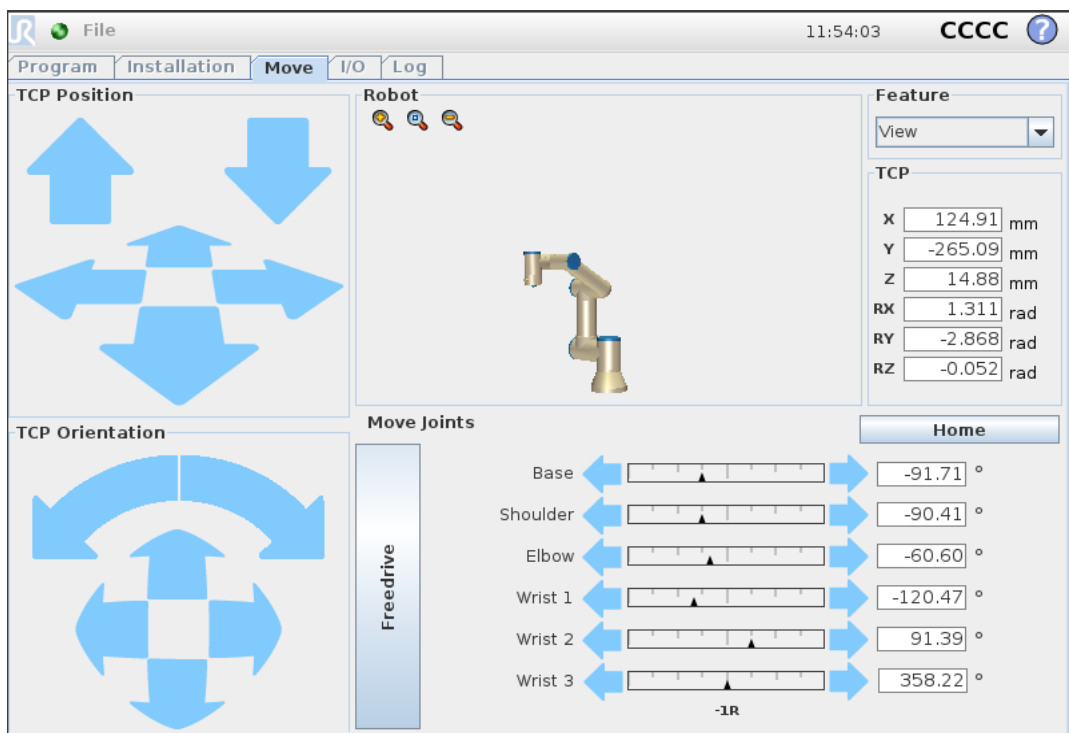


Рис. 2.4.3. Приклад розположення роботу

6. Після чого, перейдіть на створену умову в дереві програми, в її налаштуваннях та натисніть на поділ умови «ElseIf» Add Elseif.
7. В створеній додатковій умові, в рядку введення даних запишіть умову SensorCoil=1. В під дереві програми натисніть пусту строку, та додайте нову точку положення роботу «Waypoint_3», налаштуйте позицію за прикладом, який зображений на рис. 2.4.5.

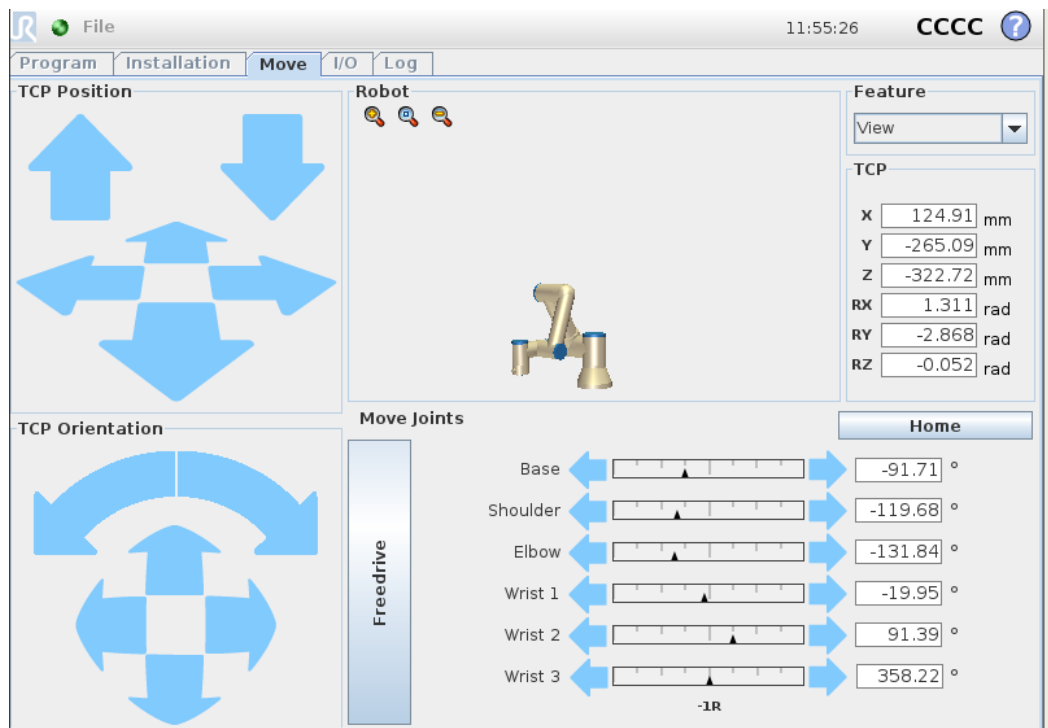


Рис. 2.4.3. Приклад розположення роботу

Створена програма (рис. 2.4.4.) працює за алгоритмом, де робот робить рух до центрального положення, та після спрацювання одного з датчиків виконує умову на рух вгору або донизу, після чого повертається до центрального положення.

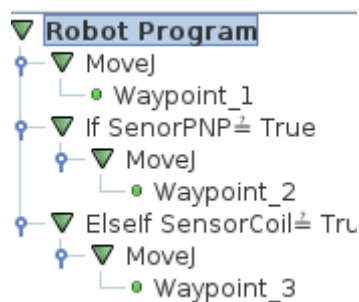


Рис. 2.4.4.

Після запуску програми робот опитує ПЛК на стан змінних за допомогою дискретних модулів входів та виходів, та виконує свою програму згідно умовам.

Протокол лабораторної роботи повинен містити:

1. Знімки екрану та опис налаштування шини зв'язку «Axioline» та конфігурування цифрових модулів вводу та виводу.
2. Знімки екрану та опис налаштування змінних в програмі PC Worx.
3. Конфігурування дискретних входів роботу UR3.
4. Знімки екрану та опис тестову програму для обміну даними між роботом UR3 та ПЛК «AXC 1050».
5. Висновок.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке дискретний модуль вводу? Принцип дії та схема підключення?
2. Що таке дискретний модуль виводу? Принцип дії та схема підключення?
3. Що таке аналоговий модуль вводу та виводу? Принцип дії та схема підключення?

РОЗДІЛ 3. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «РЕАЛІЗАЦІЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ПЛК ТА КОНТРОЛЕРА РОБОТА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОТОКОЛУ MODBUS, ЇЇ ТЕСТУВАННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ».

Мета роботи:

- Реалізувати зв'язок та обмін даними ПЛК «АХС 1050» то контролер роботу «UR 3» за допомогою протоколу MODBUS.
- Одержати навички налаштування MODBUS модулю в ПЛК «АХС 1050».
- Навчитися створювати MODBUS змінні в програмі PC WORX.
- Одержати навички налаштування MODBUS модулю в контролері роботу «UR 3» та в його графічному інтерфейсу «Polescope».
- Одержати навички програмування в Polescope та опанувати роботу MODBUS протоколу.

Введення:

Modbus – відкритий комунікаційний протокол, заснований на архітектурі ведучий – ведений (англ. master-slave; у стандарті Modbus використовуються терміни client-server). Широко застосовується у промисловості організації зв'язку між електронними пристроями. Може використовуватися для передачі даних через послідовні лінії зв'язку RS-485, RS-422, RS-232 та мережі TCP/IP (Modbus TCP). Також існують нестандартні реалізації, які використовують UDP.

В даній лабораторній роботі Client (Майстер) є робот UR3 а його Server (Підлеглим) – ПЛК АХС 1050.

В даній лабораторній роботі робот UR3 та ПЛК АХС 1050 підключені за схемою, яка зображена на рис. 3.1.

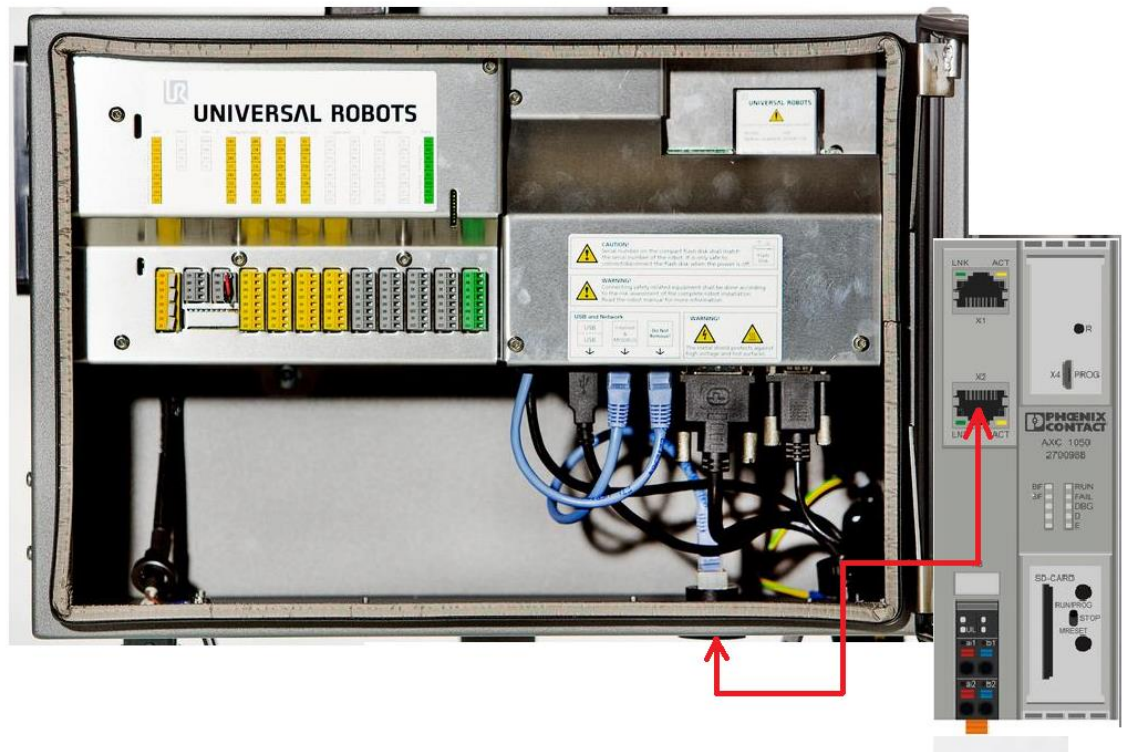


Рис. 3.1. Схема підключення Modbus з'єднання для передачі даних від ПЛК до контролера роботи.

В даній лабораторній роботі будуть використовуватись назви змінних, нумерація дискретних входів для ПЛК то роботу, які описані в таблиці 1.

Табл. 1

ПЛК AXS 1050		Назва змінної для ПЛК	Назва Modbus регістрів для ПЛК	Адреса Modbus регістру	Назва змінної для роботи	Тип датчику
Нумерація	Тип модулю					
01	DO	Sensor_PNP	Sensor_data	128	SensorPNP	Індуктивний
02	DO	Sensor_Coil	Sensor_data 2	144	SensorCoil	Ємнісний

Порядок виконання лабораторної роботи:

Конфігурування ПЛК «АХС 1050».

Створіть новий проект та конфігуруйте шину зв'язку «Ахіоліне» для модулів контролера, що позначені в таблиці 2. Де, «AXL F» - шина зв'язку «Ахіоліне F», «DI» - властивість модулю, вхід, або вихід (DO), 16/1 – це кількість входів або виходів з одно провідним підключенням, «1H» - це отримання сигналу логічної одиниці при умові надходження 24 В.

Табл. 2

№	Назва модулю	Тип
1	AXL F DI 16/1 1H	Дискретний модуль вводу
2	AXL F DO 16/1 1H	Дискретний модуль виводу
3	AXL F AI2 AO2 1H	Аналоговий модуль вводу/виводу

Після чого, маємо первинний вид вікна налаштування в програмі PC WORX (рис.3.1.1).

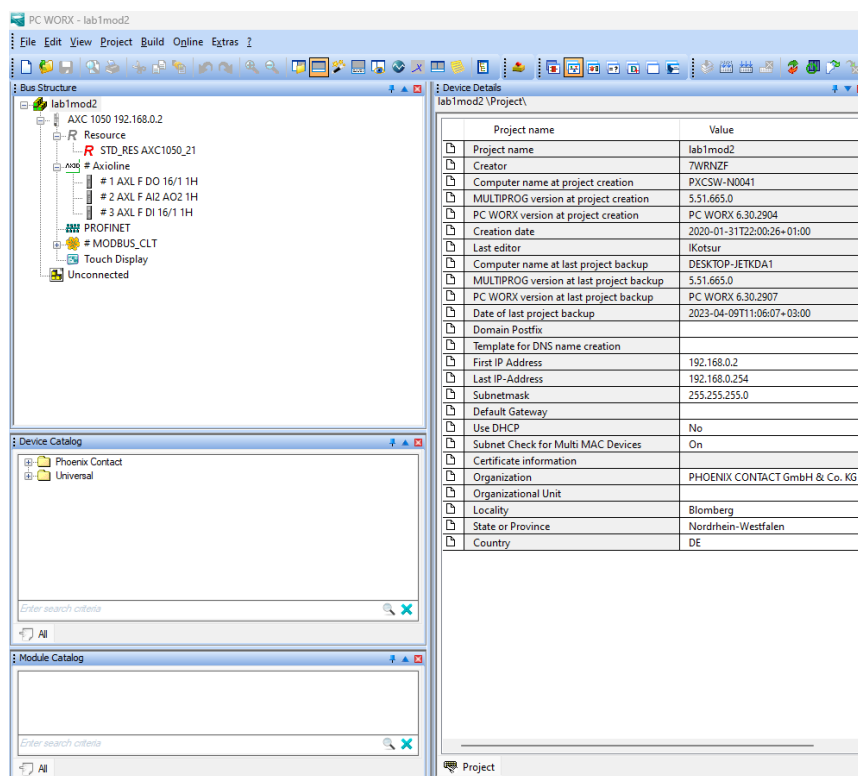



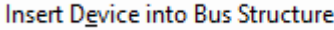


Рис. 3.1.1. Перші налаштування ПЛК

Налаштування MODBUS для ПЛК «АХС 1050».

Щоб створити новий модуль з'єднання в програмі PC WORX потрібно:

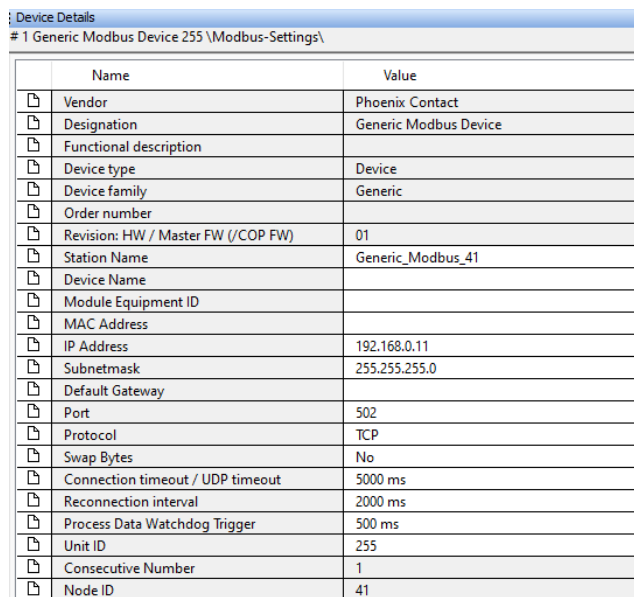
1. В каталозі пристроїв **Device Catalog** виберіть папку «Phoenix Contact».

2. Виберіть папку «Generic»  Generic та відкрийте папку «Device» .
3. Після чого виберіть пристрій .
4. Натисніть правою кнопкою на пристрій та натисніть додати пристрій до MODBUS шини  Ins .

Після чого маємо вікно конфігурування модулю MODBUS (рис.3.2.1).
Запишіть дані в вікно конфігурування, використовуючи дані з таблиці 3.

Табл. 3

№	Назва параметру	Потрібні дані
1	Port	502
2	Protocol	TCP
3	IP Address	192.168.0.11
4	Unit ID	255
5	Consecutive Number	1
6	Swap Bytes	No



Name	Value
Vendor	Phoenix Contact
Designation	Generic Modbus Device
Functional description	
Device type	Device
Device family	Generic
Order number	
Revision: HW / Master FW (/COP FW)	01
Station Name	Generic_Modbus_41
Device Name	
Module Equipment ID	
MAC Address	
IP Address	192.168.0.11
Subnetmask	255.255.255.0
Default Gateway	
Port	502
Protocol	TCP
Swap Bytes	No
Connection timeout / UDP timeout	5000 ms
Reconnection interval	2000 ms
Process Data Watchdog Trigger	500 ms
Unit ID	255
Consecutive Number	1
Node ID	41

Рис. 3.2.1. Вікно конфігурування MODBUS модулю

Для зв'язку с контролером роботу, потрібно використовувати адреси регістрів (1 Байт = 16 Бітів) з 128 по 256. Такі адреси регістрів підтримує робот.

Тому для двох змінних *використаємо 128 та 144 адреси* для двох реєстрів.

Для створення MODBUS реєстрів потрібно:

1. Перейти в вікно (рис. 3.2.1) «Modbus Register» натиснувши

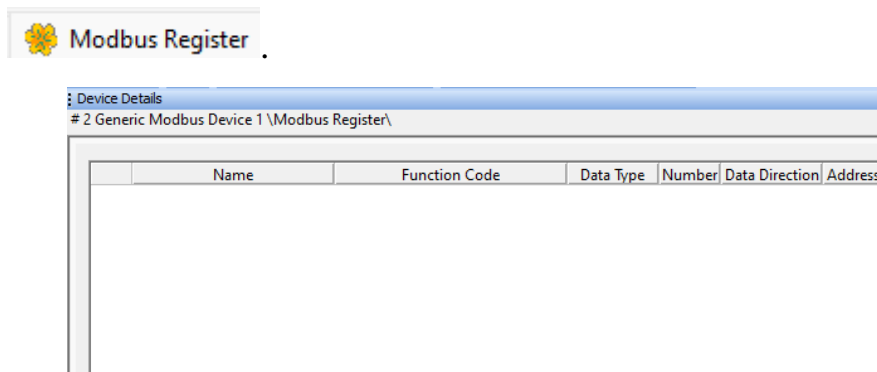


Рис. 3.2.1. Вікно для створення MODBUS реєстрів

2. Натисніть на пусте поле ПКМ та виберіть додати **Add**.
3. Запишіть назву «Sensor_data» та виберіть тип функції реєстру – «FC16 (Write Multiple Registers)». Тобто, функція запису байту даних. Та встановіть адресу реєстру – 128.
4. Таким же способом створіть реєстр з назвою «Sensor_data2», з типом функції «FC16» та адресою – 144. Загальний вигляд зображено на рис. 3.2.2.

	Name	Function Code	Data Type	Number	Data Direction	Address
1	Sensor_data	FC16 (Write Multiple Registers) ▼	WORD ▼	1	OUT	128
2	Sensor_data2	FC16 (Write Multiple Registers) ▼	WORD ▼	1	OUT	144

Рис. 3.2.2. Створені реєстри

Створення програми для ПЛК «АХС 1050».

Для реалізації передачі даних з ПЛК потрібно:

1. Перейдіть до вкладки з пустою програмою, та створіть змінну з назвою, наприклад, «Sensor_Coil» (дивитись дані таблиці «1»). Виберіть тип даних Bool та область даних - VAR_GLOBAL. Створення змінної зображене на рис. 3.3.1.

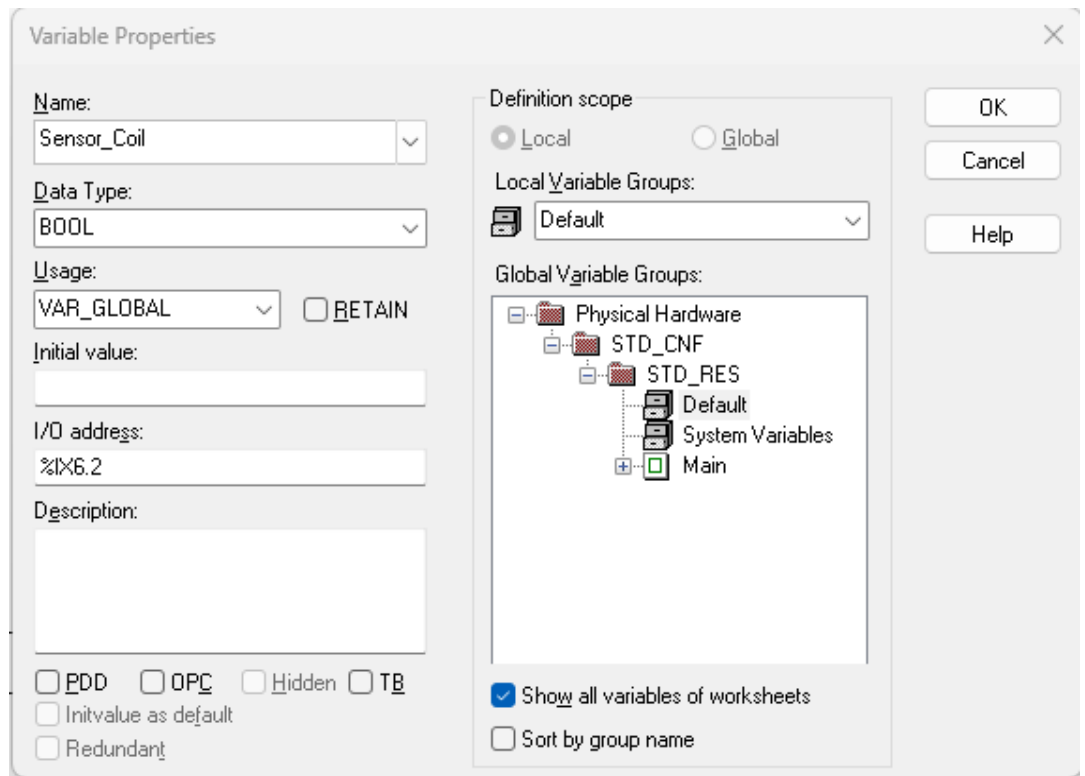
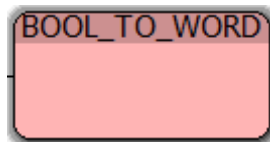


Рис. 3.3.1. Вікно для створення змінної в PC WORX

- Щоб конвертувати значення змінної типу BOOL в тип WORD потрібно використовувати блок конвертації даних «BOOL_TO_WORD» (рис.2.3.2.).



- Під'єднайте змінну до блоку конвертації даних зі сторони BOOL значення. Після чого, створіть нову змінну «Sensor_MB_2» та з'єднайте з частиною WORD. Створіть змінну «SensorPNP_IN» та конвертуйте в змінну «Sensor_MB_1», повний вигляд зображено на рис. 3.3.3.

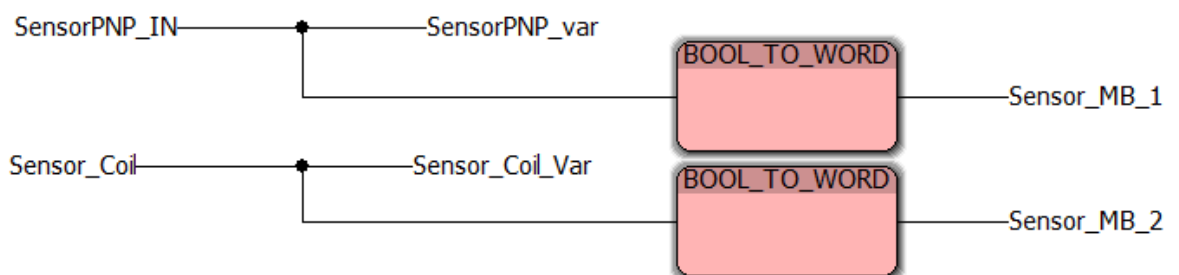


Рис. 3.3.3 Створені змінні

З даних таблиці, бачимо, що до ПЛК під'єднано два датчики, а саме індуктивний на дискретний вхід 01 та ємнісний на дискретний вхід 02.

Щоб об'явити зв'язок змінної та ПЛК потрібно:

1. Перейти в вкладку конфігурації модулів ПЛК та вибрати модуль дискретних входів AXL F DO 16/1 1H.
2. Після чого, перетягнути змінні SensorPNP_IN та Sensor_Coil на позицію дискретних входів 01 та 02 (рис.3.3.4.).

Symbol/Variable	Data Type	Process Data Item	Description	Device	Process Data Item	I/Q	Data Type	Byte.Bit	Address	Symbol/Variable
SensorPNP_IN	BOOL	# 3 AXL F DI 16/1 1...		# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN00	I	BOOL	0.0		
SensorPNP_var	BOOL	# 3 AXL F DI 16/1 1...		# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN01	I	BOOL	0.1		STD_CNF.STD_RES\SensorPNP_IN
Sensor_Coil	BOOL	# 3 AXL F DI 16/1 1...		# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN02	I	BOOL	0.2		STD_CNF.STD_RES\Sensor_Coil
Sensor_Coil_Var	BOOL	# 3 AXL F DI 16/1 1...		# 3 AXL F DI 16/1 1H	IN03	I	BOOL	0.3		

Рис. 3.3.3. Підв'язані змінні до дискретних входів

Таким чином підв'яжемо змінні типу WORD до MODBUS регістрів:

1. Перейти в вкладку конфігурації модулів ПЛК та вибрати модуль GENERIC MODBUS DEVICE 255.
2. Перетягніть зміні Sensor_MB_1 та Sensor_MB_2 на позиції регістрів з адресами 128 та 144 (рис. 3.3.4.).

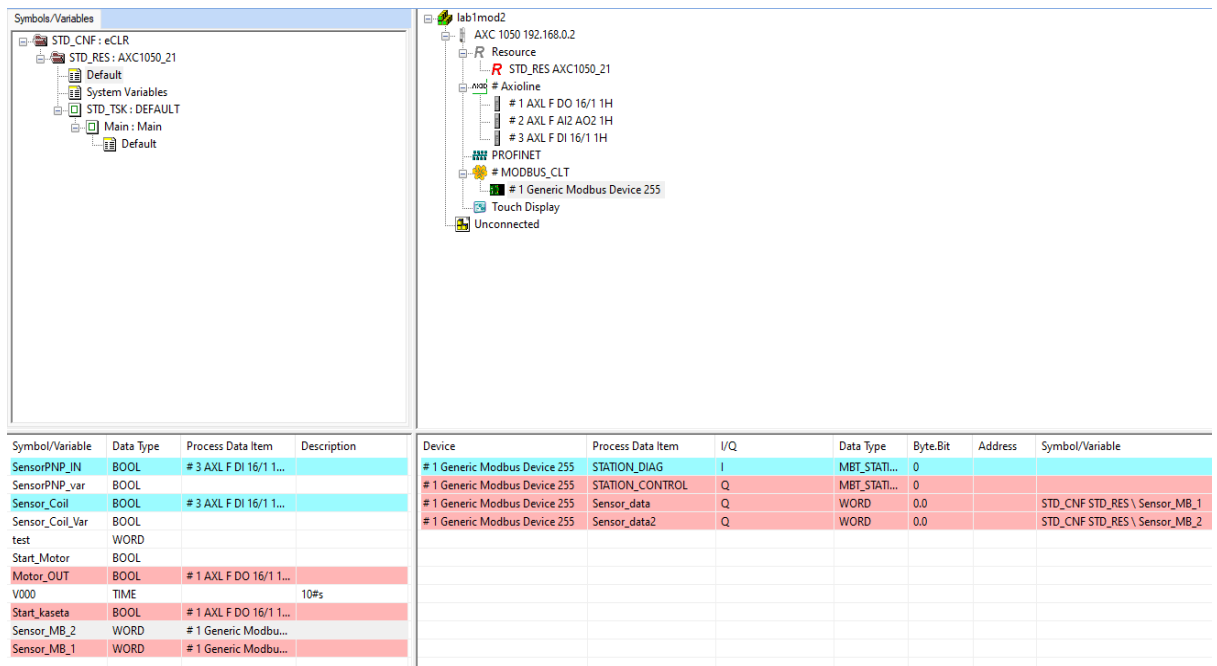


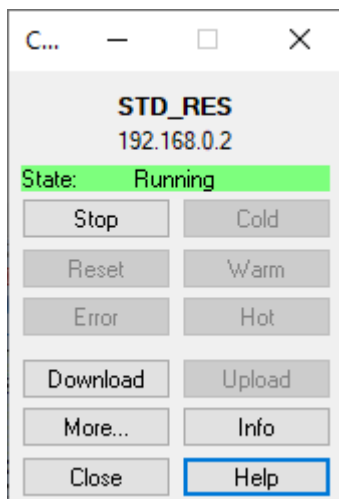


Рис. 3.3.4. Підв'язані змінні до MODBUS регістрів

Після конфігурування змінних та створення програми, потрібно завантажити програму, конфігурацію в ПЛК та виконати холодне перезавантаження, а саме:

1. Виберіть і виконайте команду «Build, Rebuild Project» .
2. Відкрийте діалогове вікно «Project ControlDialog» .



3. Клацніть на «More...».
4. Активуйте прапорець "PermanentasBootproject".
5. Увімкніть прапорець «Alwaysallowreal-timeviolationsduringDownloadChanges» в діалоговому вікні «Downloadoptions», потім закрийте це вікно.
6. Натисніть «Download» у діалоговому вікні «Project ControlDialog».

Конфігурування MODBUS для роботи Universal Robots UR3

При ввімкненні роботи, запуститься його програмний інтерфейс «PolyScore», вікно початкового меню зображено на рис. 3.4.1.

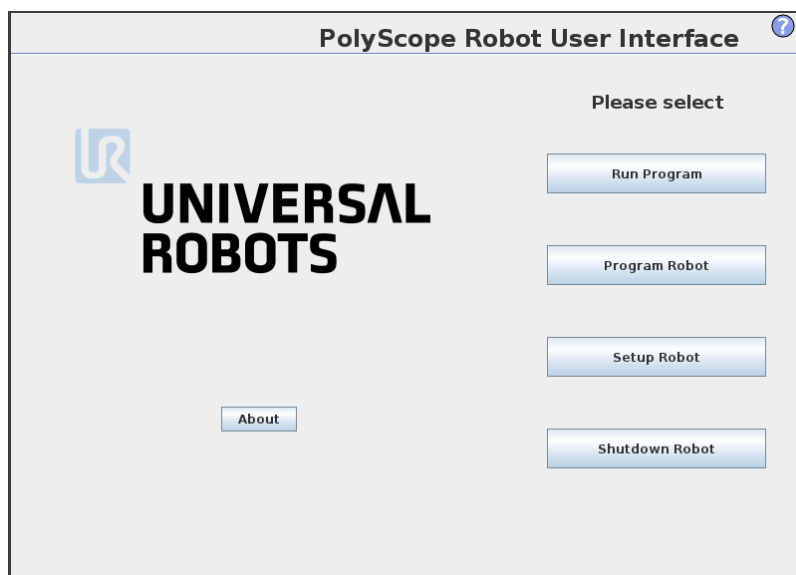





Рис. 3.4.1. Початкове меню налаштування роботи.

Для налаштування конфігурації MODBUS в контролері потрібно:

1. Натисніть на ;
2. Після чого виберіть налаштування мережі 
3. Виберіть тип налаштування адреси «Static Address» та встановіть IP address – 192.168.0.10 і Subnet mask – 255.255.255.0 (рис. 3.4.2), після чого підтвердіть налаштування, натиснувши  .

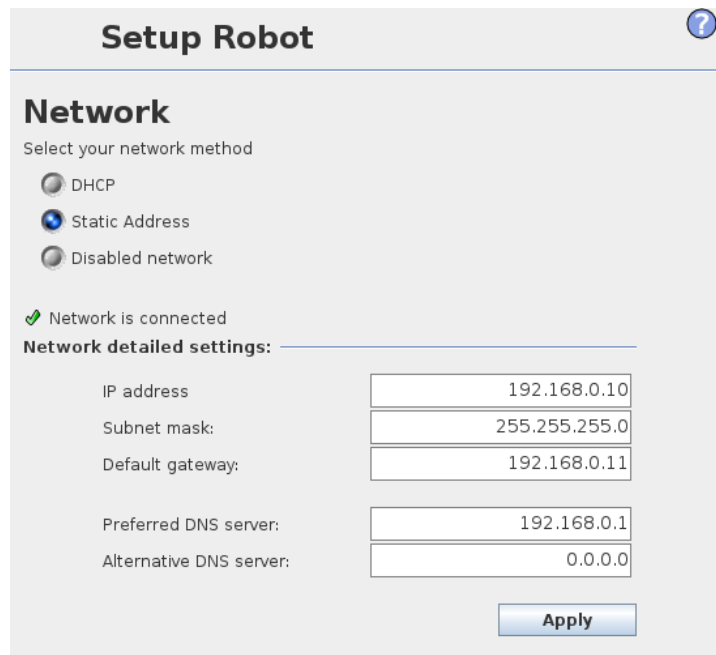


Рис. 3.4.2 Меню налаштування адреси для робота

В меню програмування виберіть підменю «Installation» **Installation** на тисніть на функцію «MODBUS» **MODBUS**, вікно налаштування MODBUS зображено на рис. 3.4.3.

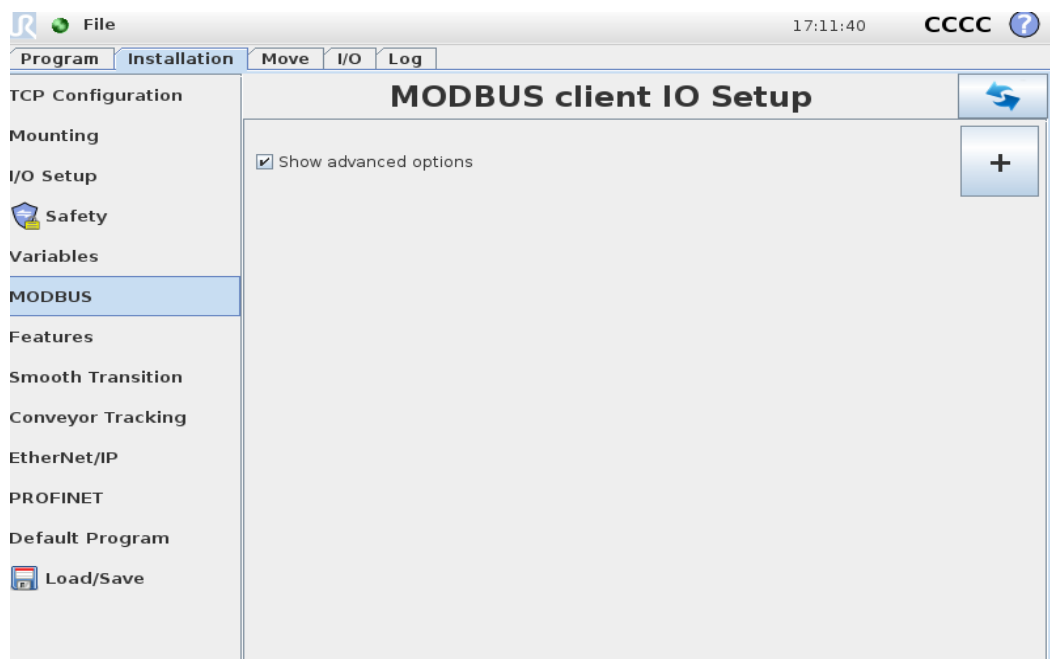


Рис. 3.4.3 Вікно налаштування MODBUS для роботи

Щоб створити новий шлюз для з'єднання, потрібно:

1. Натисніть на функцію додати **+**.

2. В створеному адресному рядку (рис. 3.4.5.) впишіть адресу з'єднання 192.168.0.10. Це однакова адреса, яка була прописана в ПЛК АХС 1050.

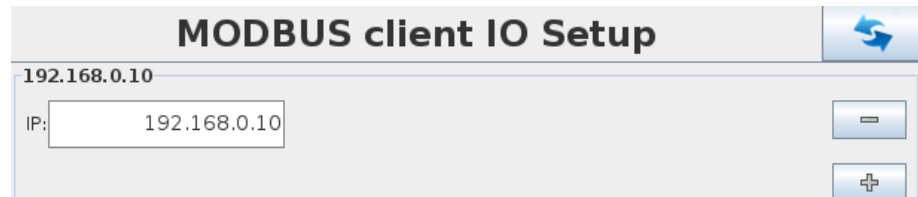


Рис. 3.4.5. Адресний рядок

3. Після чого, натисніть **+**. В створених параметрах нової MODBUS змінної (рис. 3.4.6.), в випадаюче меню виберіть параметр «Register Input», в полі адреси впишіть 128 адресу, в полі назви – «Sensor1».

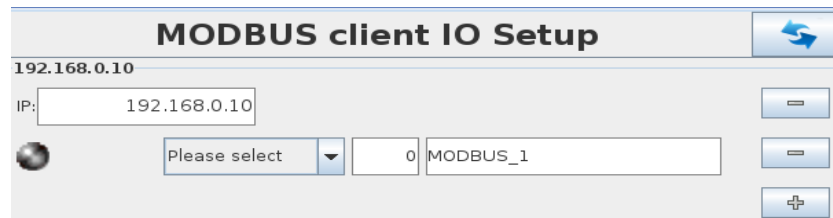


Рис. 3.4.6 Налаштування MODBUS змінної

4. Таким чином створіть другу змінну з адресою 144 та назвою «Sensor2». Вікно створених змінних зображено на рис. 3.4.7.

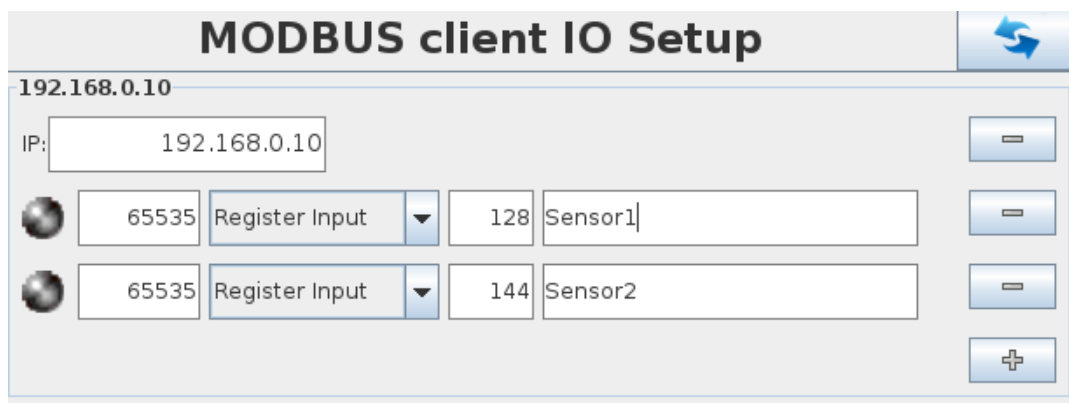


Рис. 3.4.7 Налаштовані MODBUS змінні

Створення програми для роботи UR3.

Перед початком створення програми, перейдіть в меню налаштування, виберіть функцію налаштування робочого інструменту, та встановіть навантаження 0.1 кг.

Для створення програми роботи з використанням MODBUS змінних:



1. Перейдіть до дерева програми, виберіть пусте поле  `<empty>`, та в вікні структура «Structure» виберіть меню «Advanced» (рис. 3.5.1.).



Рис. 3.5.1. Меню «Advanced»

2. Виберіть функцію умови .
3. Створимо умову з використанням MODBUS змінної «Sensor1», при умові якщо дані змінної будуть дорівнювати 1, то умови буде виконуватись. Натисніть на рядок введення, в випадаючому меню «Input» виберіть змінну «Sensor1» та допишіть `=1` (рис. 3.5.2).

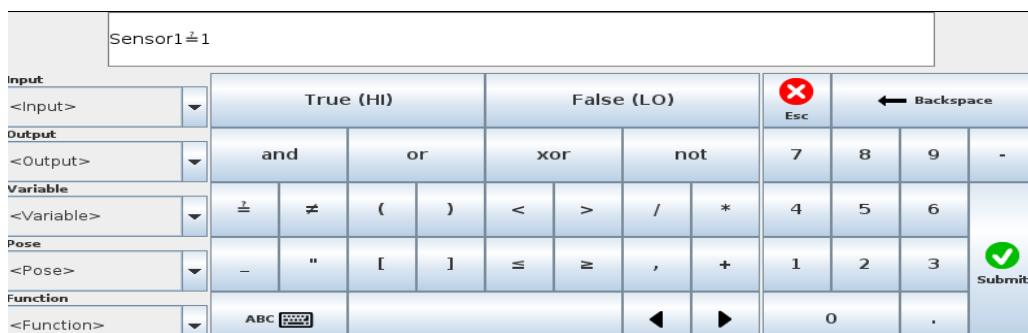


Рис. 3.5.2.


4. В умові, яка знаходиться в дереві програми (рис. 3.5.3.) натисніть на  `<empty>`, в меню структури виберіть додавання точки позиції роботу «Waypoint_1». В налаштуваннях точки, виставіть положення роботу вверх. Приклад положення зображено на рис. 2.5.4.



Рис. 3.5.3. Умова в дереві програми

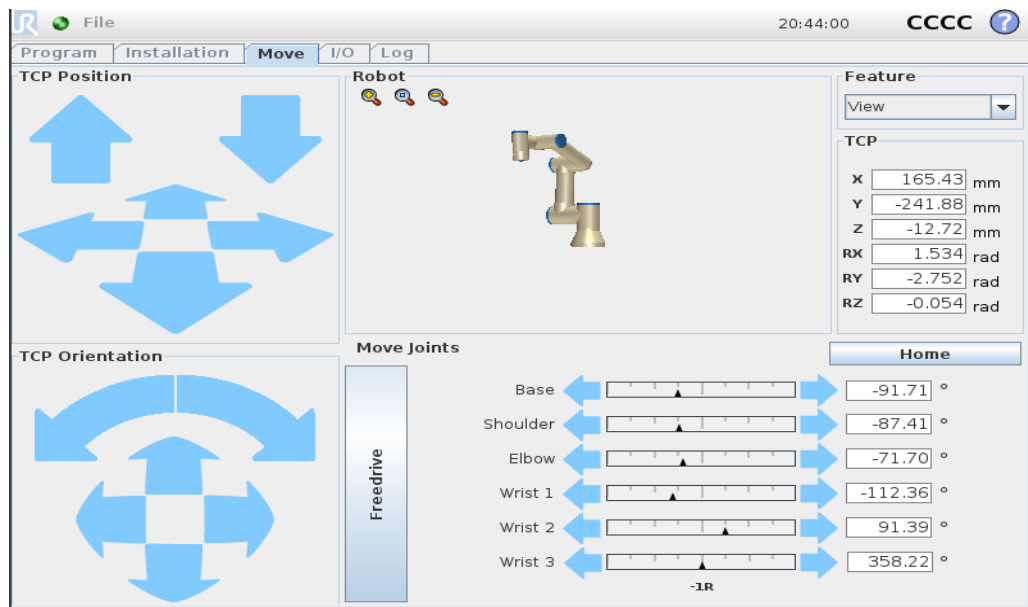


Рис. 3.5.4. Налаштування точки «Waypoint_1».

5. Після чого, перейдіть на створену умову в дереві програми, в її налаштуваннях та натисніть на поділ умови «ElseIf» .
6. В створеній додатковій умові, в рядку введення даних запишіть умову `Sensor2=1`. В під дереві програми натисніть пусту строку `<empty>` , та додайте нову точку положення роботу «Waypoint_2», налаштуйте позицію за прикладом, який зображений на рис. 3.5.5.

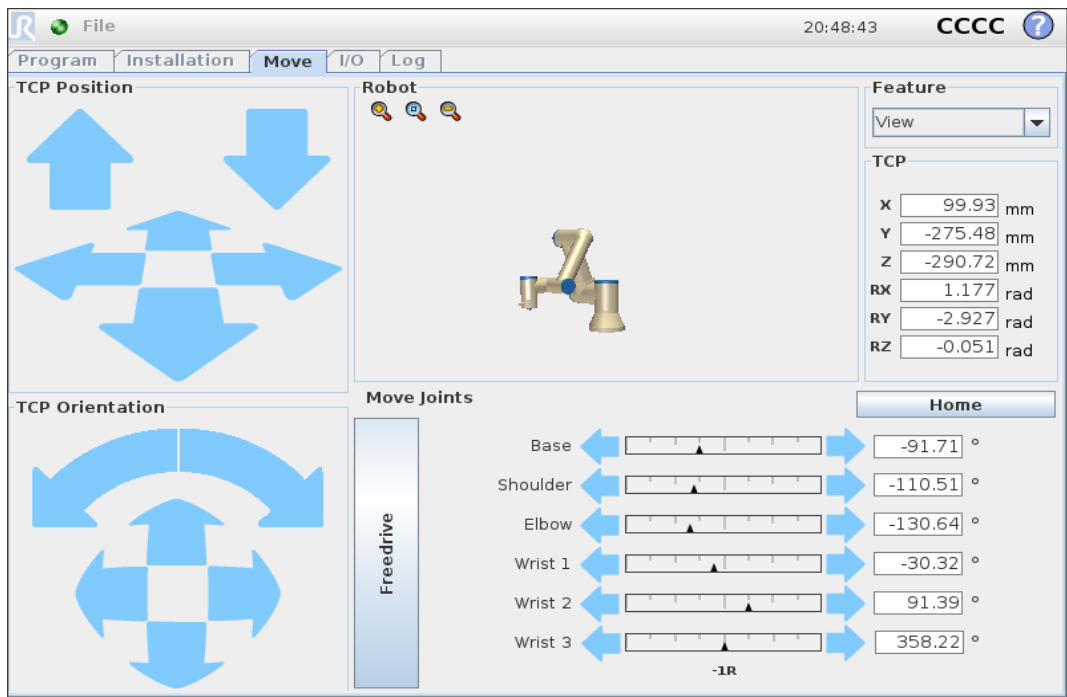


Рис. 3.5.5. Налаштування точки «Waypoint_2».

- Створить третю точку положення робота «Waypoint_2» перед умовами в початку дереві програми, та налаштуйте за прикладом, який зображений на рис. 3.5.6.

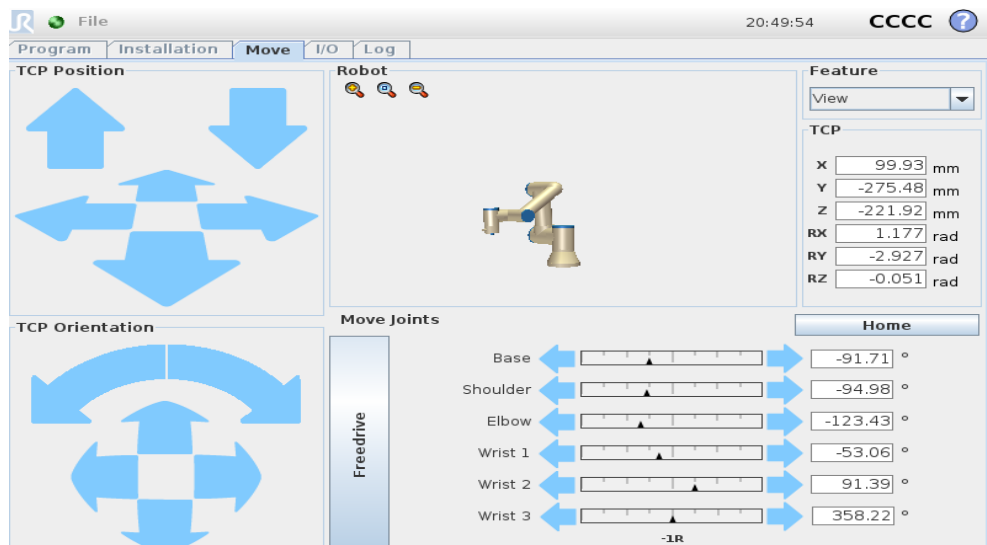


Рис. 3.5.6. Налаштування точки «Waypoint_3».

Створена програма (рис. 3.5.7.) працює за алгоритмом, де робот робить рух до центрального положення, та після спрацювання одного з датчиків виконує умову на рух вгору або донизу, після чого повертається до центрального положення.

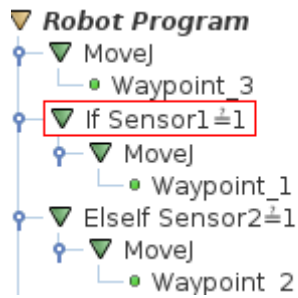


Рис. 3.5.7. Вигляд створеної програми.

Після запуску програми робот опитує ПЛК на стан змінних по протоколу MODBUS та виконує свою програму згідно умовам.

Протокол лабораторної роботи повинен містити:

1. Знімки екрану та опис налаштування шини зв'язку «Ахіоліне» та конфігурування модулю зв'язку «Modbus».
2. Знімки екрану та опис налаштування змінних для виконавчої програми, змінних «Modbus» регістрів в програмі PC Work.
3. Конфігурування «Modbus» змінних для роботи UR3.
4. Знімки екрану та опис тестову програму для обміну даними за допомогою протоколу «Modbus» між роботом UR3 та ПЛК «АХС 1050».
5. Висновок.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке Modbus протокол?
2. На які складові поділяють Modbus протокол?
3. Які типи з'єднань Modbus підключення існують?

РОЗДІЛ 4. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «РЕАЛІЗАЦІЯ В САК ФУНКЦІЇ КЕРУВАННЯ ПАЛЕТУВАННЯМ, ЇЇ ТЕСТУВАННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ».

Мета роботи:

- Реалізувати функцію палетування деталей за допомогою роботу UR3.
- Одержати навички програмування в «Polescope» та опанувати роботу з функцією «Палетування».

Введення:

Якщо необхідно використовувати робота для завдань фасування або пакування, можемо використати функцію «Шаблон палетування». Тобто, навчити вкладати одну заготовку, деталь або інший об'єкт, та задати потрібну кількість заготовок. Робот автоматично розмістить потрібну кількість заготовок на палеті по шаблону, який використає оператор роботу.

Порядок виконання лабораторної роботи:

Шаблони палетування поділяються на: лінію, сітку та неправильної форми (Рис. 4.1.).

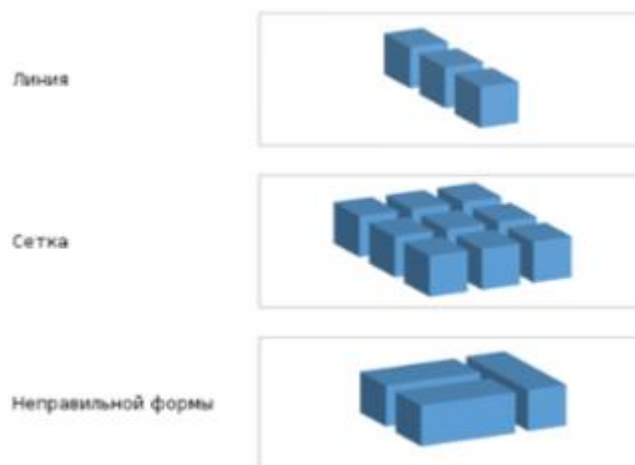



Рис. 4.1. Типи шаблонів.

Для створення одношарового шаблону палетування типу «сітка», потрібно:

1. Відкрийте вікно «Програма», та виберіть пункт «Шаблони» в дереві програми (рис. 4.1.2.).



Рис. 4.1.2. Дерево програми та пункт шаблони

2. Після чого, виберіть функцію «Палетування» .

Після відкриття функції, ознайомимось з меню функції палетування (рис. 4.2.), а саме:

1. Додаткові елементи в дереві програми – містять функції типу шаблону, точки підходу та відходу для робота, та кількість шарів в висоту.
2. Тип палетування – робота роботу на палетування або де-палетування.
3. Характеристика – властивості паллети.
4. Висота об'єкта – налаштування висоти заготовки або деталі в мм.

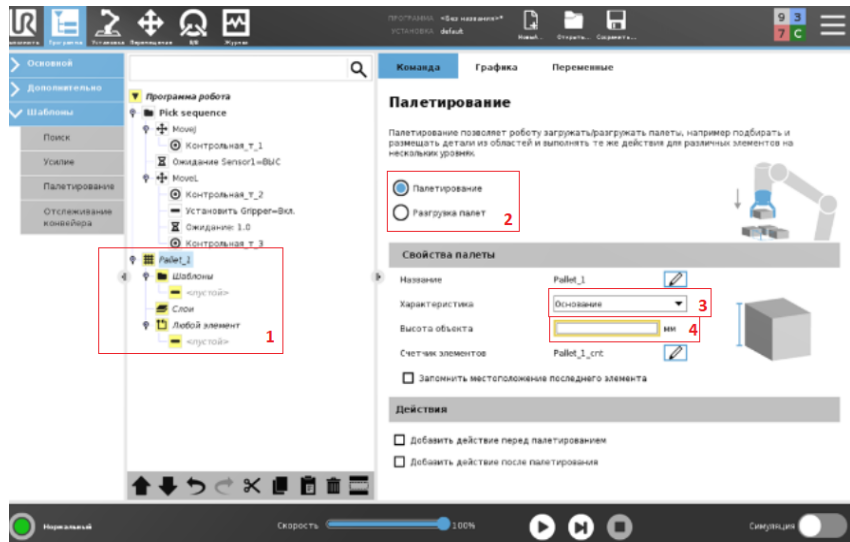


Рис. 4.2. Меню функції палетування


Створимо шаблон палетування. Виберіть пункт «шаблони в дереві програми»  «Шаблоны» та натисніть на зображення шаблону «Сітка» (рис. 4.3.1).



Рис. 4.3.1. Тип шаблону «Сітка»

Після чого в папку шаблони «сітка» вставляються 4 кутові позиції (рис. 4.3.2).

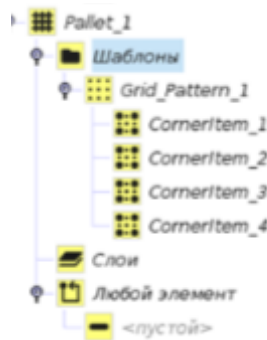



Рис. 4.3.2. 4 кутові позиції.

Для налаштування шаблону, виберіть пункт  «Grid_Pattern_1». Після чого укажіть кількість рядів (3 шт.) та стовбців (4 шт.), рис. 4.4.1.

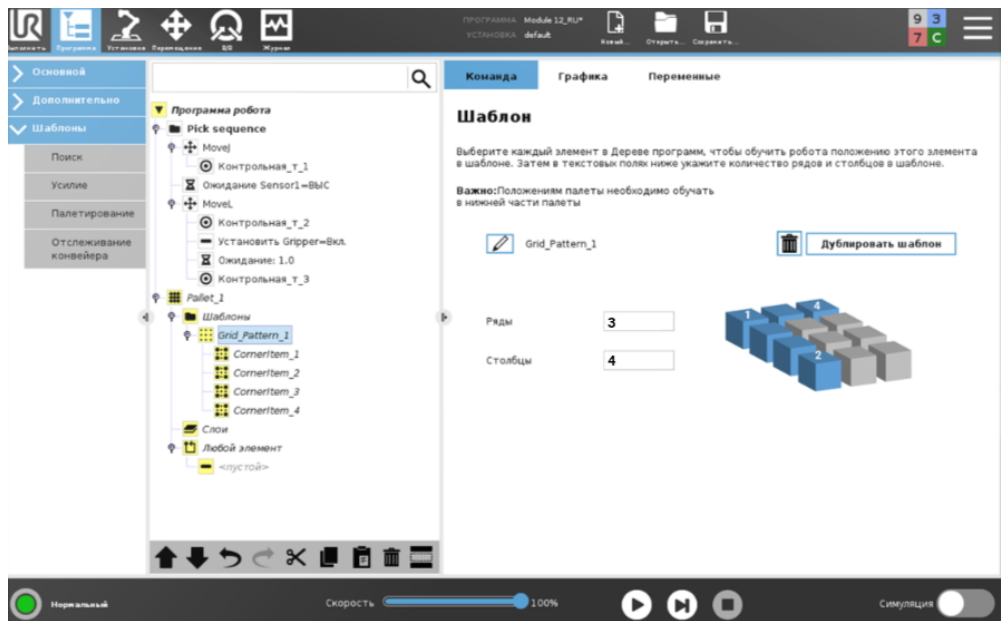


Рис. 4.4.1. Налаштування шаблону

Наступним кроком є налаштування розмірів палету, це робиться шляхом навчання робота налаштуванням 4 кутам палету (рис. 4.5.1).

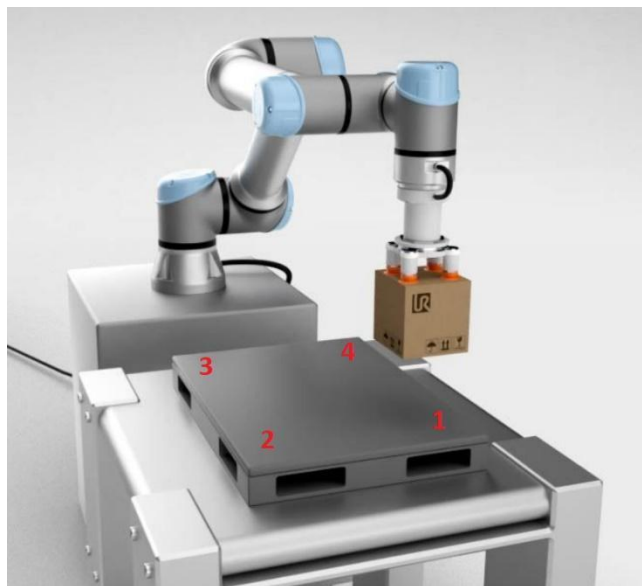



Рис. 4.5.1. Демонстративний вид розміщення 4 кутів.

Для початку навчання роботу – виберіть **CornerItem_1** та натисніть **Задать CornerItem_1**. Після чого, переміть робота до першого кута (рис. 4.5.2.).



Рис. 4.5.2. Демонстративний вид розміщення роботу на першому куті.

В меню переміщення роботу натисніть  ОК . Меню переміщення відображено на рис 4.5.3.

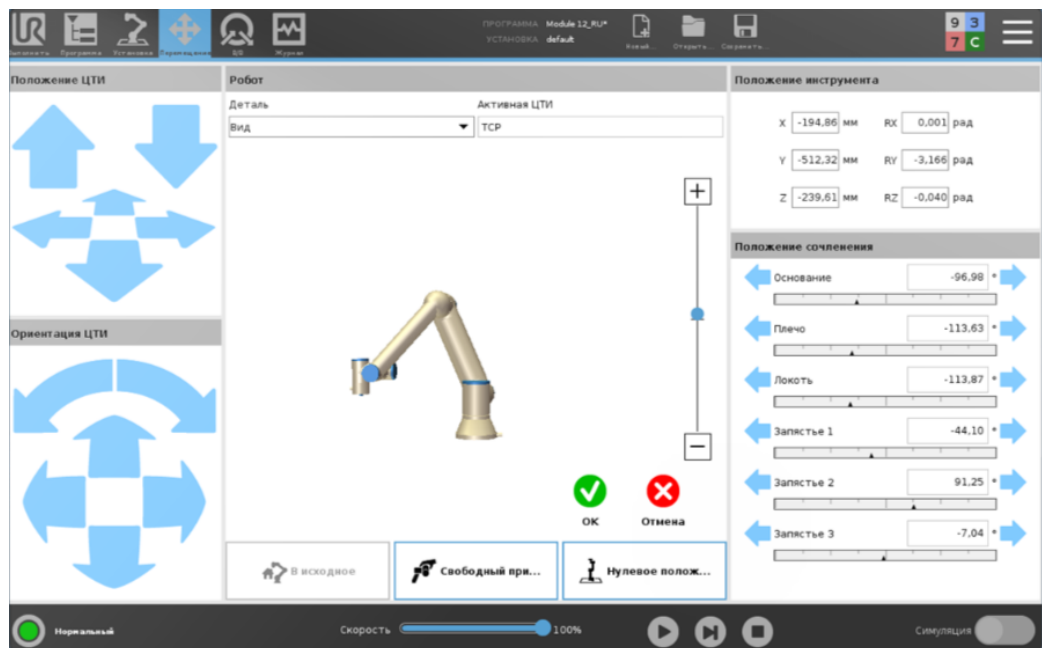


Рис. 4.5.3. Меню переміщення роботу



Далі натисніть налаштування другого куту  **CornerItem_2** та  **Задать CornerItem_2** . Після чого переміть робота на позицію другого кута (рис. 4.5.4.).



Рис. 2.5.4. Демонстративний вид розміщення роботу на другому куті.

В меню переміщення роботу натисніть  **OK** .

Далі натисніть налаштування третього куту  **CornerItem_3** та **Задать CornerItem_3**

. Після чого переміть робота на позицію другого кута (рис. 4.5.5).

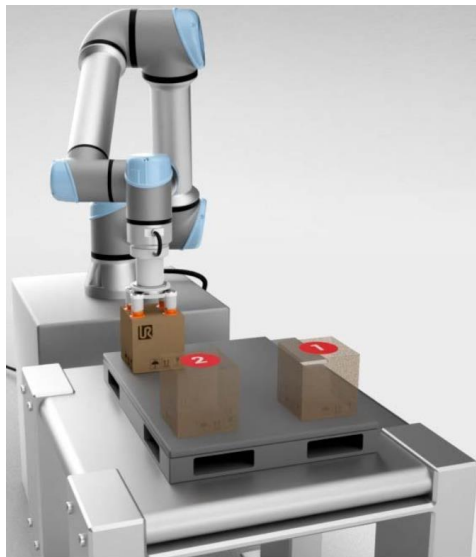



Рис. 4.5.5. Демонстративний вид розміщення роботу на третьому куті.

В меню переміщення роботу натисніть  **OK** .

Далі натисніть налаштування третього куту  **CornerItem_3** та **Задать CornerItem_3**

. Після чого переміть робота на позицію другого кута (рис. 4.5.6.).

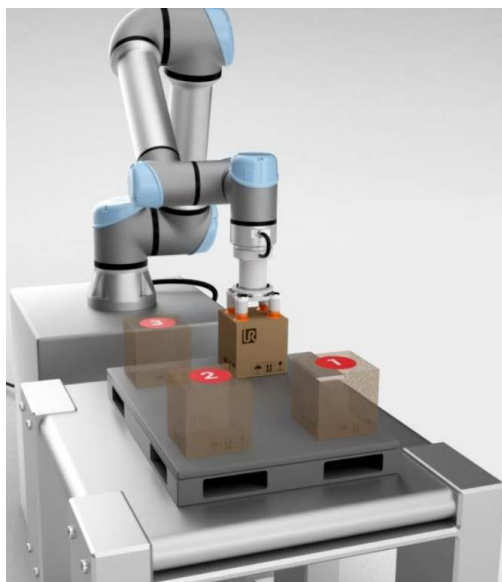




Рис. 4.5.6. Демонстративний вид розміщення роботу на третьому куті.

В меню переміщення роботу натисніть  ОК .

Наразі робот знає розмір палету та кількість заготовок, котру він може покласти на палету.

Наступним кроком є налаштування шарів палетування, для цього натисніть на «Шари»  Слои в дереві програми.

В функції «Шари» налаштовуються кількість шарів та шаблон, який буде використовуватись для кожного шару. В даній роботі використовуємо один шар та один шаблон, (рис. 4.6.1.).

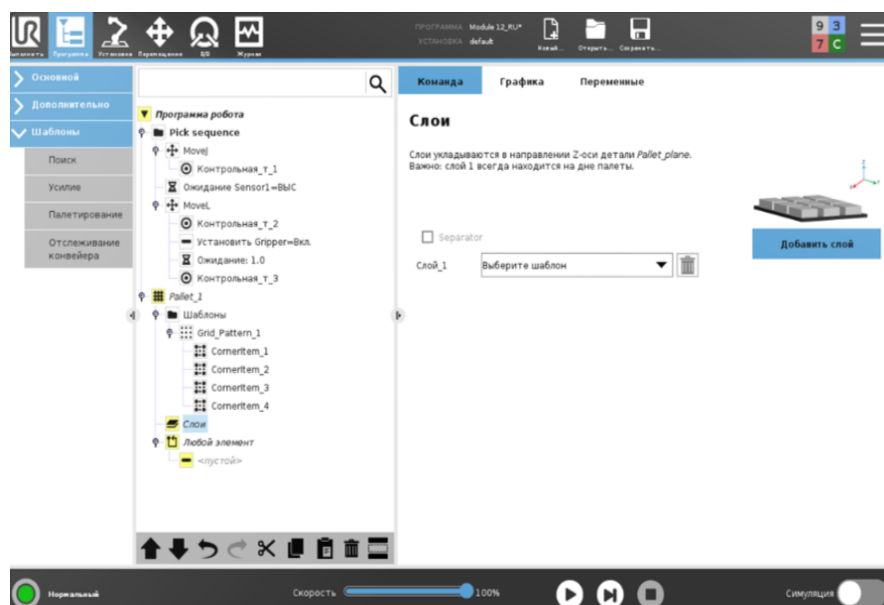




Рис. 4.6.1. Меню функції «Шари»

Натисніть на розгортаюче меню біля надпису «Шар_1»
Слой_1 , в підменю виберіть назву створеного
раніше шаблону .

Шаблони та шари на цьому палеті налаштовані.

Наступним кроком є навчання роботу для виконання підходу к паллеті,
як класти заготовку або деталь, та як відходити від палети.

Натисніть на папку «Будь-який елемент»  **Любой элемент** в дереві
програми.

Після чого в меню «Будь-який елемент» (рис. 4.7.1.) натисніть кнопку
«далі»  .

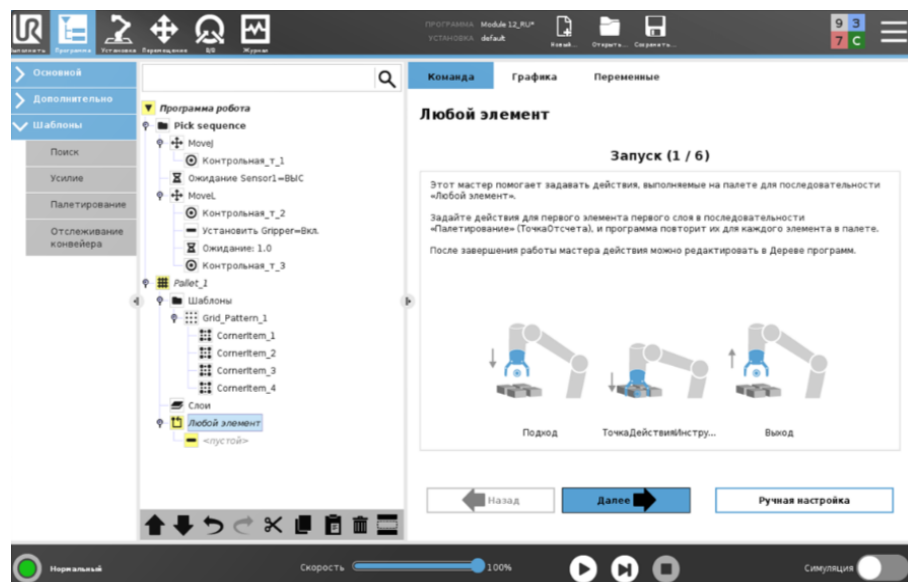




Рис. 4.7.1. Вид меню «Будь-який елемент»

Для початку потрібно перемістити робота на місце першої контрольної
точки, де знаходиться деталь заготовки на першому куті, натисніть кнопку
«далі»  .

Наступним кроком, налаштуємо точку підходу. Це положення в котрому
робот переміщується вправо, перед тим як покласти заготовку або деталь на
палету. Виберіть пункт «Задати контрольну точку підходу» .

Перемістіть робота в положення точки підходу, перевіривши, що на шляху руху немає перешкод (рис. 4.7.2.), після чого натисніть  для збереження положення точки підходу.

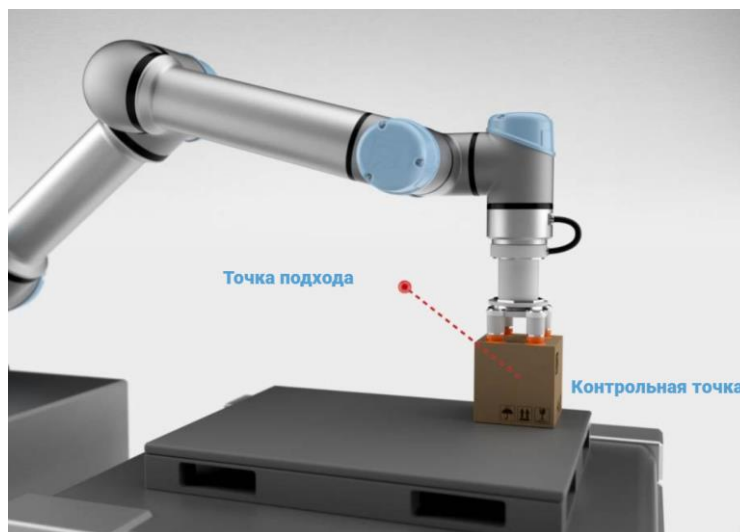




Рис. 4.7.2. Демонстративний вид шляху переміщення роботу.

Далі, відбувається навчання роботу пов'язане з точкою виходу. Це точка, з котрої робот рухається вправо після розміщення заготовки або деталі на палеті. Після збереження точки підходу, натисніть .

Перед навчанням роботу точки виходу, потрібно знову перемістити робота в контрольну точку, натисніть кнопку «перемістити сюди» (рис. 4.7.3.), після чого натисніть кнопку .

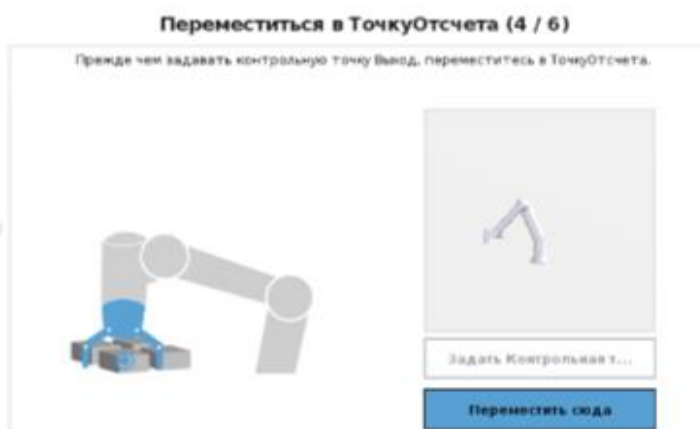



Рис. 4.7.3. Функція переміщення на контрольну точку.

Виберіть функцію «Задати Контрольну точку виходу»

Задать Контрольная т...

. Та перемістіть робота до точки виходу (рис. 4.7.4.), та натисніть  для збереження положення точки виходу.

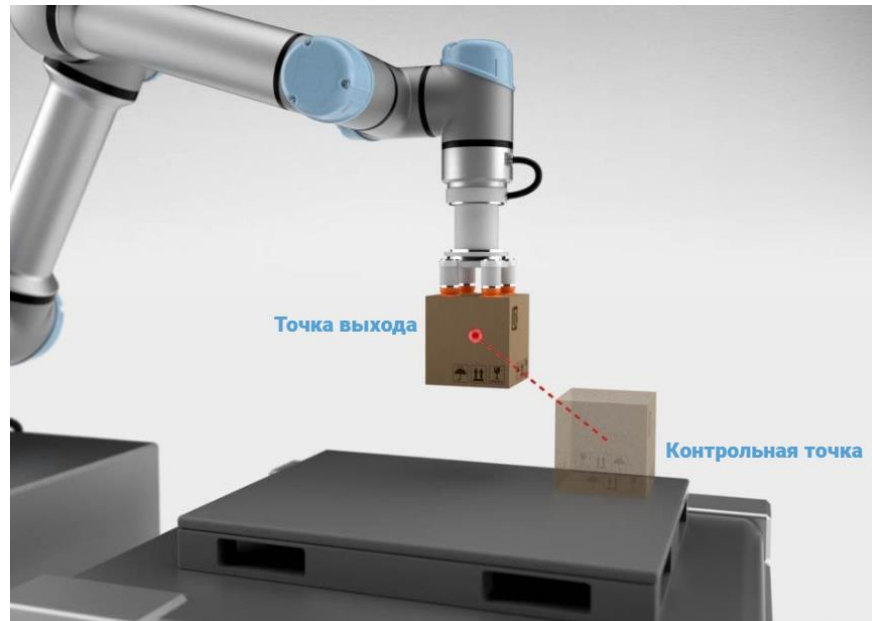


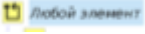



Рис. 4.7.4. Демонстративний вид переміщення робота до точки виходу

Після чого, натисніть кнопку «Далі»  та кнопку «Завершити» . Тепер робот навчений підходу позиції на палеті та виході з цієї позиції.

Останнім кроком налаштування палетизації – це налаштування команди для робочого інструменту роботу, а саме його захват на фланці.

В дереві програми виберіть папку «Будь-який елемент»  та натисніть на функцію «Tool action» і виберіть пустий рядок .

Далі, в лівій панелі натисніть меню «Основний» . Після чого виберіть функцію «встановити» .

Виберіть пункт «Установки цифрового виходу» в вікні «Команда» (рис. 4.8.1.).



Рис. 4.8.1. Вікно «Команда»

Відкрийте випадаюче меню та виберіть назву з конфігурований цифровий вихід «Gripper» (Рис. 4.8.2.).

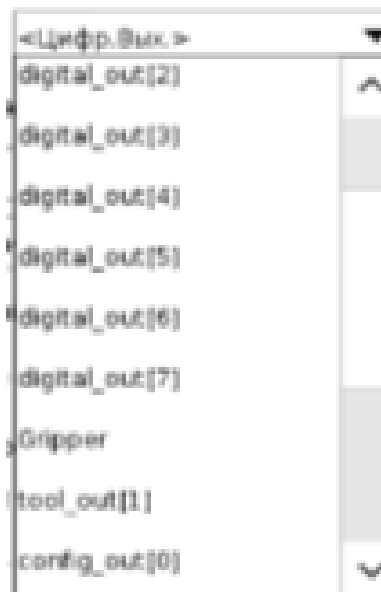


Рис. 4.8.2. Меню цифрових виходів.

Після чого, в лівій панелі виберіть «Очікування» Ожидание секунды та виставите час очікування, 1с.

Протокол лабораторної роботи повинен містити:

1. Опис шаблонів паллетизації.
2. Знімки екрану та опис налаштування характеристик шаблону.
3. Знімки екрану та опис програми паллетизації.
4. Висновок.

Запитання і завдання для самоконтролю

1. Що таке функція паллетизації?
2. Які існують типи шаблонів?
3. Скільки кутів використовують при налаштуванні шаблону?
4. Розробити програму паллетизації з різними варіантами шаблонів за варіантами.

№ Варіанту	Тип шаблону	Висота заготовки, мм	Кількість заготовок, шт
1	Сітка	30	2 ряди, 3 стовпця
2	Лінійний	110	4
3	Сітка	75	1 ряд, 2 стовпця

РОЗДІЛ 5. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «РЕАЛІЗАЦІЯ В САУ ФУНКЦІЇ УПРАВЛІННЯ СОРТУВАННЯМ ДЕТАЛЕЙ, ЇЇ ТЕСТУВАННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ»

Мета роботи:

- Реалізувати систему сортування деталей за ознакою матеріалів на лабораторній установці, яка складається з конвеєра, рух якого керується контролером АХС 1050, та роботом Universal Robots UR3.
- Розробити алгоритм і програму в контролері АХС 1050, яка керує транспортером, та опрацьовує сигнали датчиків.
- Розробити алгоритм і програму руху робота з пневмозахопленням

Потрібно знати:

Лабораторна робота: «Підключення та налаштування зв'язку ПЛК та робота за допомогою протоколу MODBUS».

Лабораторна робота: «Підключення та налаштування зв'язку ПЛК та роботу за допомогою використання дискретних входів та виходів».

Лабораторна робота: «Реалізація системи штабелювання деталей за допомогою роботу».

Введення:

В даній лабораторній роботі, об'єктом дослідження, являє лабораторну ділянку для сортування, яка складається з основних елементів: конвеєру та роботу. Лабораторна установка виконує сортування деталей, а саме конвеєр так влаштований, щоб був час упорядкувати рух деталей та визначити їх властивості (пластикова або алюмінієва деталь). Після чого, деталь впирається в шток, забезпечуючи роботу умови для захоплення, переміщення та палетизації деталі у зону сортування залежно від властивостей деталі (рис. 5.1).

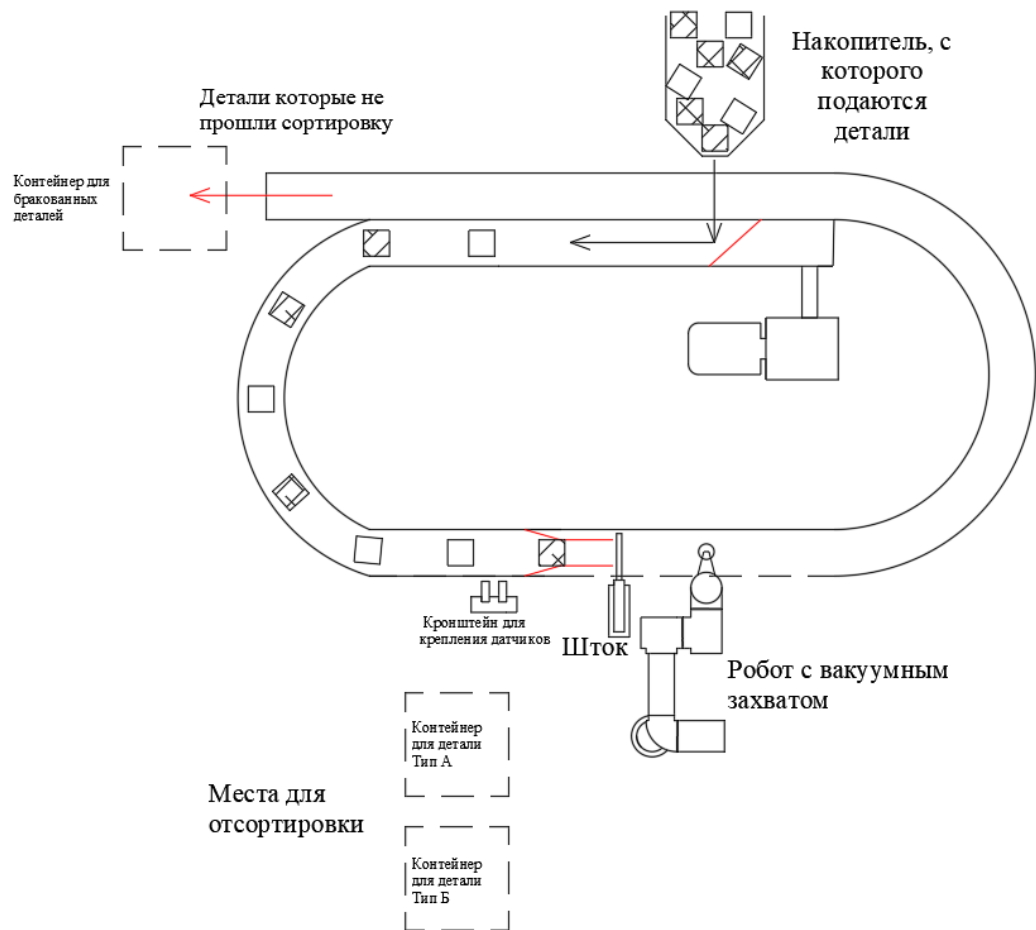


Рис. 5.1. Схематичне зображення лабораторної установки

Для реалізації сортування, потрібно створити програмний комплекс, який буде складатись з програми ПЛК, та двох програм для роботу.

Лабораторна установка складається з таких елементів:

- Транспортер – переміщує деталі, команду для руху отримує від ПЛК на частотний перетворювач.
- ПЛК – контролер АХС 1050, який має два дискретних модулі вводу/виводу.
- Індуктивний датчик – використовується для виявлення алюмінієвих деталей.
- Ємнісний датчик перешкоди – використовується для виявлення деталей обох типів
- Робот – виконавчий механізм, який виконує процес захоплення, переміщення та сортування деталей.

Дані, які будуть використані в програмах, описано в таблиці 1.

Табл. 1

№	Тип ВМ або датчику	ПЛК АХС 1050		Робот UR3	
		Назва змінної	Адреса	Назва змінної	Адреса
1	Індуктивний датчик	Sensor_ind	DI 00 / MB 128	MB_Sensor_ind	MB 128
2	Ємнісний датчик	Sensor_emn	DI 01 / MB 129	MB_Sensor_emn	MB 129
3	Вакуумне захоплення	CapturePLC	DO 01 / MB 130	MB_Capture	MB 130
4	Мотор транспортеру	Motor	DO 02	-	
5	Кнопка «ПУСК»	StartPLC	DI 02 / MB 131	MB_Start	MB 131
6	Кнопка «СТОП»	StopPLC	DI 03 / MB 132	-	

Порядок виконання лабораторної роботи:

2.1 Створення програми для ПЛК АХС 1050

Створіть новий проект та конфігуруйте шину зв'язку «Ахіоліне» для модулів контролера, що позначені в таблиці 2. Де, «AXL F» - шина зв'язку «Ахіоліне F», «DI» - властивість модулю, вхід, або вихід (DO), 16/1 – це кількість входів або виходів з одно провідним підключенням, «1Н» - це отримання сигналу логічної одиниці при умові надходження 24 В.

Табл. 2

№	Назва модулю	Тип
1	AXL F DI 16/1 1Н	Дискретний модуль вводу
2	AXL F DO 16/1 1Н	Дискретний модуль виводу
3	AXL F AI2 AO2 1Н	Аналоговий модуль вводу/виводу

Після чого, маємо первинний вид вікна налаштування в програмі PC WORX (рис.5.1.1).

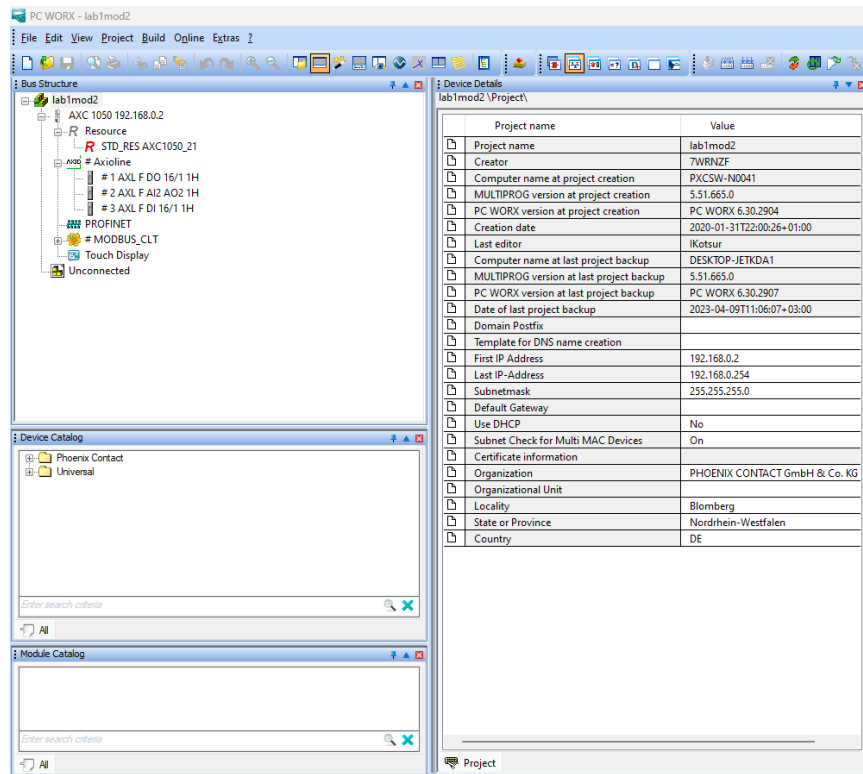


Рис. 5.1.1. Перші налаштування ПЛК
Налаштування MODBUS з'єднання.

Для реалізації виконання сортування роботом, йому потрібно отримувати інформація від ПЛК, який керує транспортером. З'єднання відбувається за допомогою MODBUS з'єднання.

За прикладом лабораторної роботи «Підключення та налаштування зв'язку ПЛК та робота за допомогою протоколу MODBUS» налаштуєте MODBUS модуль для ПЛК.

Конфігуруйте MODBUS модуль за даними таблиці 3. Приклад налаштованого модулю зображено на рис. 5.2.1.

Табл. 3

№	Назва параметру	Потрібні дані
1	Port	502
2	Protocol	TCP
3	IP Address	192.168.0.11
4	Unit ID	255
5	Consecutive Number	1
6	Swap Bytes	No

Device Details	
# 1 Generic Modbus Device 255 \Modbus-Settings\	
Name	Value
Vendor	Phoenix Contact
Designation	Generic Modbus Device
Functional description	
Device type	Device
Device family	Generic
Order number	
Revision: HW / Master FW (/COP FW)	01
Station Name	Generic_Modbus_41
Device Name	
Module Equipment ID	
MAC Address	
IP Address	192.168.0.11
Subnetmask	255.255.255.0
Default Gateway	
Port	502
Protocol	TCP
Swap Bytes	No
Connection timeout / UDP timeout	5000 ms
Reconnection interval	2000 ms
Process Data Watchdog Trigger	500 ms
Unit ID	255
Consecutive Number	1
Node ID	41

Рис. 5.2.1. Вікно конфігурування MODBUS модулю

Після налаштування модулю, створимо MODBUS регістри, використовуючи дані таблиці 1. Приклад створених регістрів відображено на рис. 5.2.2.

Device Details						
# 1 Generic Modbus Device 255 \Modbus Register\						
	Name	Function Code	Data Type	Number	Data Direction	Address
1	MB_Sensor_ind	FC16 (Write Multiple Registers)	WORD	1	OUT	128
2	MB_Sensor_emn	FC16 (Write Multiple Registers)	WORD	1	OUT	129
3	MB_Capture	FC03 (Read Multiple Registers)	WORD	1	IN	130
4	MB_Start	FC16 (Write Multiple Registers)	WORD	1	OUT	131

Рис. 5.2.2 Приклад створених регістрів

Створення програми для ПЛК «АХС 1050».

Створіть програму, яка буде передавати інформацію від датчиків, що під'єднані до дискретних модулів входу, до MODBUS змінних. Використовуючи блок конвертації даних «BOOL_TO_WORD».

Також, використайте блок RS тригеру, який буде керуватись за допомогою змінних стану кнопок ПУСК та СТОП. Вихідним сигналом, буде активуватись двигун транспортеру та одна MODBUS змінна. Приклад створеної програми зображено на рис. 5.3.1.

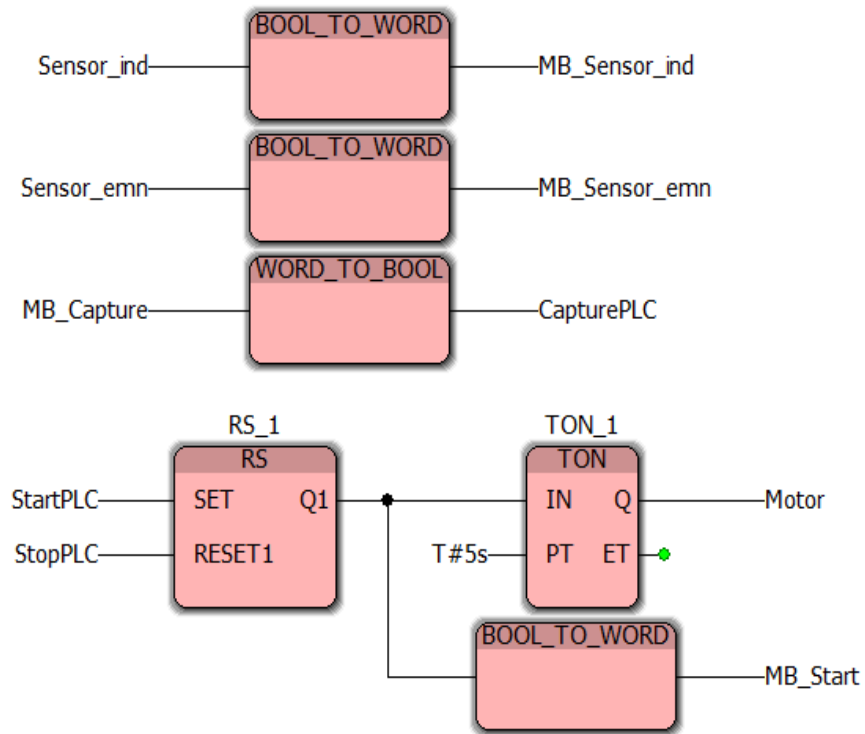
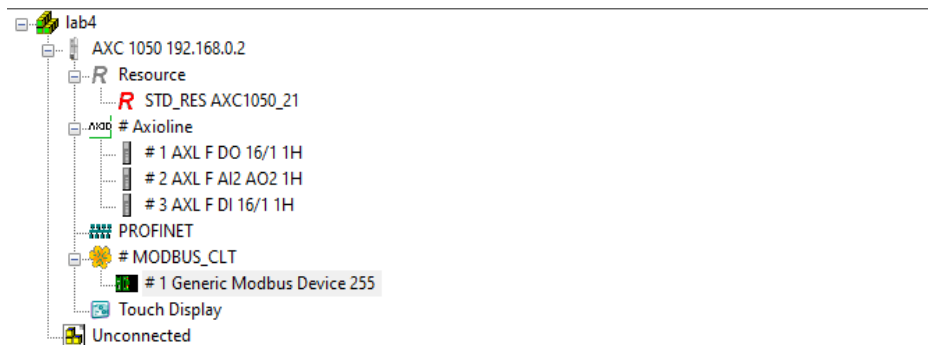


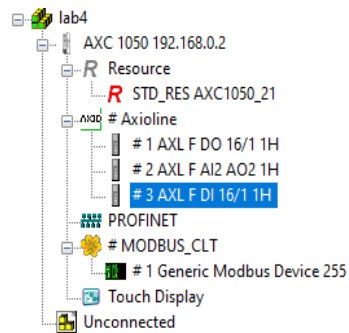
Рис. 5.3.1. Приклад створеної програми

Після створення програми, підв'яжіть змінні до дискретних модулів та MODBUS реєстрів, згідно з даними таблиці 1. Приклад підв'язаних змінних зображено на рис. 5.3.2, рис. 5.3.3, рис. 5.3.4.



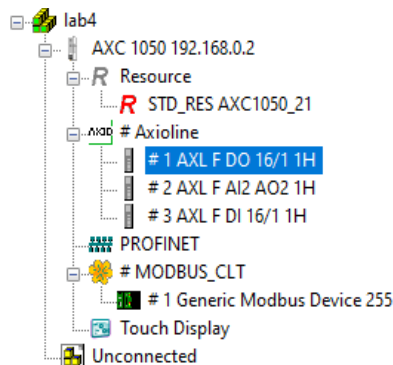
Device	Process Data Item	I/Q	Data Type	Byte.Bit	Address	Symbol/Variable
# 1 Generic Modbus ...	STATION_DIAG	I	MBT_ST...	0		
# 1 Generic Modbus ...	STATION_CONTR...	Q	MBT_ST...	0		
# 1 Generic Modbus ...	MB_Sensor_ind	Q	WORD	0.0		STD_CNF STD_RES \ MB_Sensor_ind
# 1 Generic Modbus ...	MB_Sensor_emn	Q	WORD	0.0		STD_CNF STD_RES \ MB_Sensor_e...
# 1 Generic Modbus ...	MB_Capture	I	WORD	0.0		STD_CNF STD_RES \ MB_Capture
# 1 Generic Modbus ...	MB_Start	Q	WORD	0.0		STD_CNF STD_RES \ MB_Start

Рис. 5.3.2. Приклад підв'язаних змінних до модулю MODBUS



Device	Process Data Item	I/Q	Data Type	Byte.Bit	Address	Symbol/Variable
# 3 AXIOLINE F DI 16/1 1H	IN00	I	BOOL	0.0		STD_CNF STD_RES \ Sensor_ind
# 3 AXIOLINE F DI 16/1 1H	IN01	I	BOOL	0.1		STD_CNF STD_RES \ Sensor_emn
# 3 AXIOLINE F DI 16/1 1H	IN02	I	BOOL	0.2		STD_CNF STD_RES \ StartPLC
# 3 AXIOLINE F DI 16/1 1H	IN03	I	BOOL	0.3		STD_CNF STD_RES \ StopPLC
# 3 AXIOLINE F DI 16/1 1H	IN04	I	BOOL	0.4		
# 3 AXIOLINE F DI 16/1 1H	IN05	I	BOOL	0.5		



Рис. 5.3.3. Приклад підв'язаних змінних до модулю дискретного входу

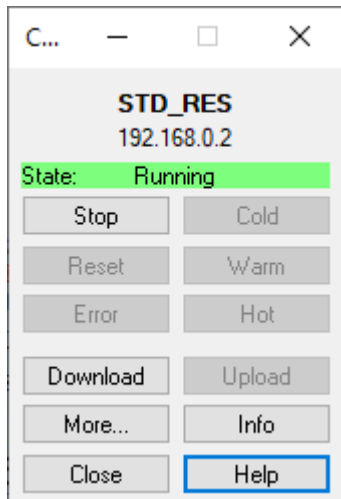


Device	Process Data Item	I/Q	Data Type	Byte.Bit	Address	Symbol/Variable
# 1 AXIOLINE F DO 16/1 1H	OUT0	Q	BOOL	0.0		
# 1 AXIOLINE F DO 16/1 1H	OUT1	Q	BOOL	0.1		STD_CNF STD_RES \ CapturePLC
# 1 AXIOLINE F DO 16/1 1H	OUT2	Q	BOOL	0.2		STD_CNF STD_RES \ Motor
# 1 AXIOLINE F DO 16/1 1H	OUT3	Q	BOOL	0.3		
# 1 AXIOLINE F DO 16/1 1H	OUT4	Q	BOOL	0.4		

Рис. 5.3.4. Приклад підв'язаних змінних до модулю дискретного виходу

Після конфігурування змінних та створення програми, потрібно завантажити програму, конфігурацію в ПЛК та виконати холодне перезавантаження, а саме:

1. Виберіть і виконайте команду «Build, Rebuild Project» .
2. Відкрийте діалогове вікно «Project ControlDialog» .



3. Клацніть на «More...».
4. Активуйте прапорець "PermanentasBootproject".
5. Увімкніть прапорець «Alwaysallowreal-timeviolationsduringDownloadChanges» в діалоговому вікні «Downloadoptions», потім закрийте це вікно.
6. Натисніть «Download» у діалоговому вікні «ProjectControlDialog».

Конфігурування MODBUS для робота Universal Robots UR3

За прикладом лабораторної роботи «Підключення та налаштування зв'язку ПЛК та робота за допомогою протоколу MODBUS» налаштуйте MODBUS зв'язок для контролеру робота UR3.

Адреса для налаштування зв'язку – 192.168.0.10. Адреси та назви змінних використати згідно таблиці 1. Приклад налаштованих MODBUS змінних для роботу, зображено на рис. 5.4.1.

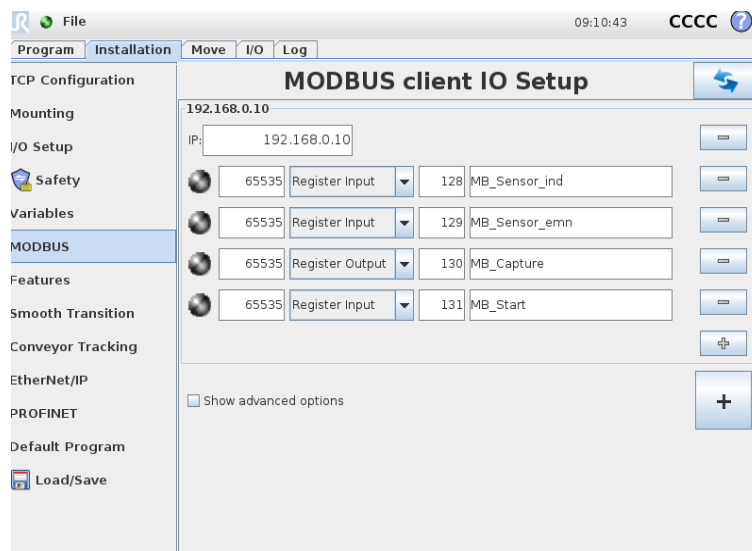


Рис. 5.4.1. Приклад налаштованих MODBUS змінних для роботу

Створення програми для роботу UR3.

Перед початком створення програми, перейдіть в меню налаштування, виберіть функцію налаштування робочого інструменту, та встановіть навантаження 0.1 кг, та налаштуйте розміри інструменту захоплення в двох осях, згідно розмірів, які зображені на рис 5.5.1.

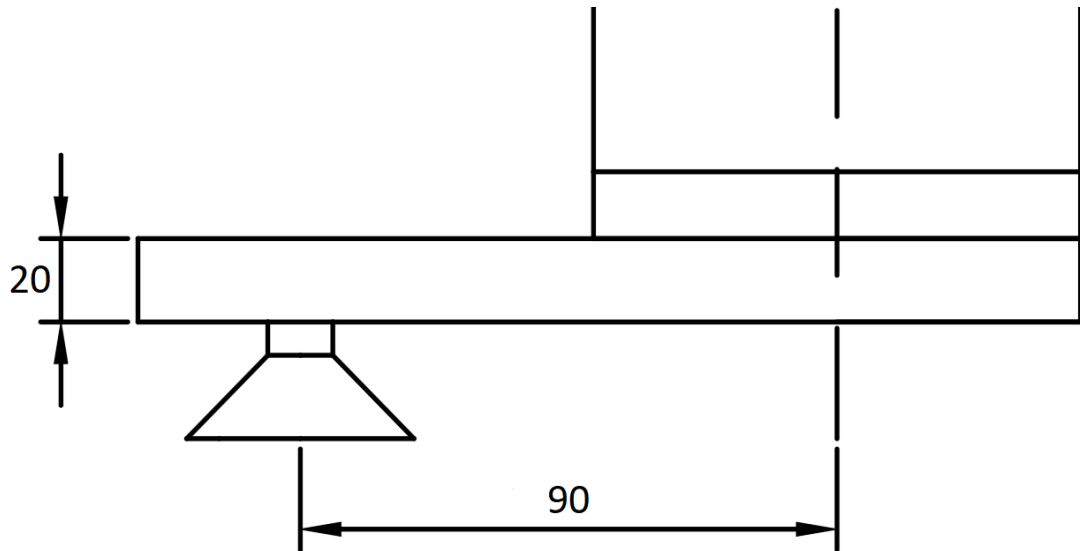


Рис. 5.5.1. Розміри для налаштування точки центра інструменту

Перелік точок позицій роботу, які будуть використовуватись, описано в таблиці 4.

Таблиця 4

№	Назва точки позиції роботу	Опис
1	Waypoint_1	Точка підходу для захоплення деталі
2	Waypoint_2	Точка захоплення деталі
3	Waypoint_3	Проміжна точка руху
4	Waypoint_4	Точка підходу для того щоб покласти деталь в зону 1
5	Waypoint_5	Точка для того щоб покласти деталь
6	Waypoint_6	Точка підходу для того щоб покласти деталь в зону 2
7	Waypoint_7	Точка для того щоб покласти деталь

Програма роботу буде складатися з поточної програми та головної програми. Поточна програма працює паралельно з головною в двох поточному

режимі, вона відповідає за опитування датчиків по протоколу MODBUS та передає дані в змінні. Блок схема поточної програми зображено на рис. 5.5.2.

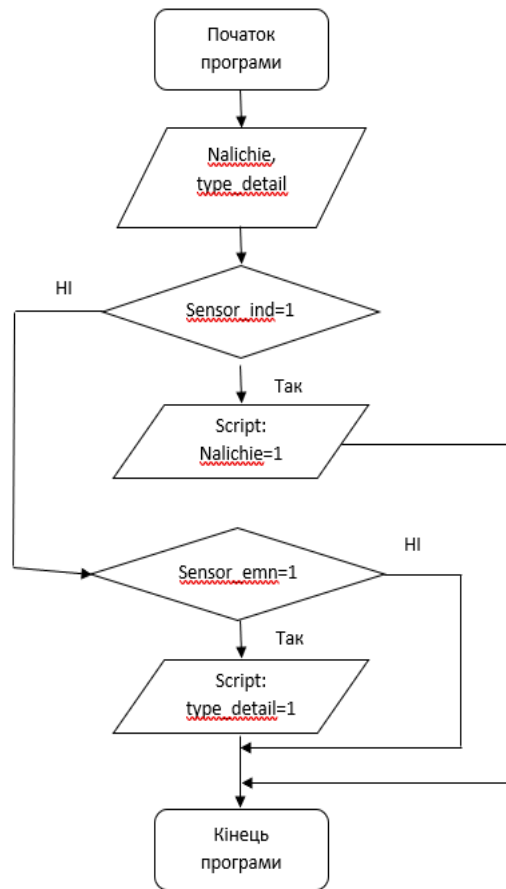


Рис. 5.5.2. Блок схема

Опираючись на блок схему, створіть поточну програму з використанням функції «Assignment», створіть програмні змінні (рис. 5.5.3.), та функцією «Wait» з параметром 0.2с, тобто налаштування часу виконання поточної програми за 1 секунду. Приклад поточної програми зображено на рис. 5.5.4.

Installation Variables	
Variable	Value
Prepyatstvie	0
type_detail	0

Рис. 5.5.3. Приклад програмних змінних

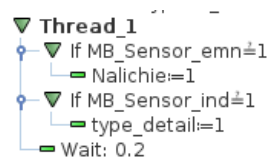


Рис. 5.5.4. Приклад поточної програми

Створіть програму роботи з використанням MODBUS змінних, використовуючи нижче описаний алгоритм з прикладами позиціонування роботу:

1. Створіть програму (Рис. 5.5.5.), яка відпрацює один раз перед стартом основної програми, використовуючи функцію «BeforeStart». Використовуючи функцію «Assignment», додайте змінні «Type_detail» і «Nalichie» та встановіть значення змінних – 0.



Рис. 5.5.5. Приклад підпрограми

2. Створіть початкову умову для всієї програми, яка опитує ПЛК транспортеру на наявність активованої кнопки ПУСК. В налаштуваннях умови запишіть «MB_Pusk=1».
3. Функція очікування «Wait» ємнісного датчику наявності деталі на транспортері з властивістю «MB_Sensor_emn=1».
4. Наступним кроком, після очікування сигналу від ємнісного датчику, робот переміститься до точки підходу роботу «Waypoint_1» з вільною траєкторією (MoveJ) до деталі на транспортері, приклад зображено на рис. 5.5.6. та 5.5.7.

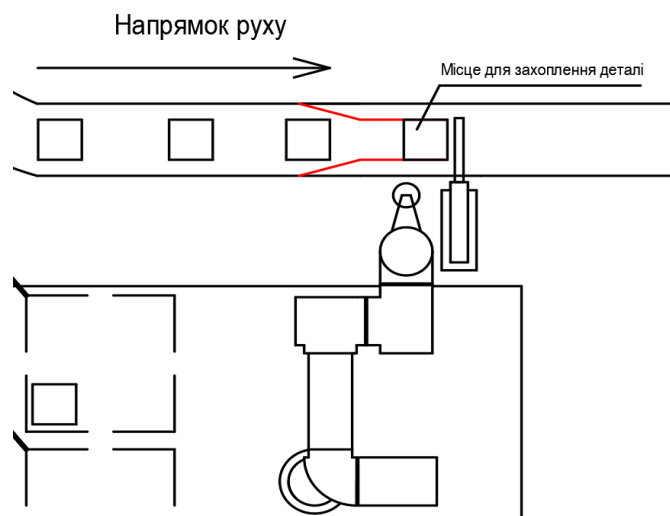


Рис. 5.5.6. Демонстративне розміщення деталі, яку потрібно забрати роботом



Рис. 5.5.7. Приклад виду точки підходу роботу до деталі

5. Далі, з використанням лінійного руху робот перемістить інструмент до деталі, приклад позиціонування зображено на рис. 5.5.8.

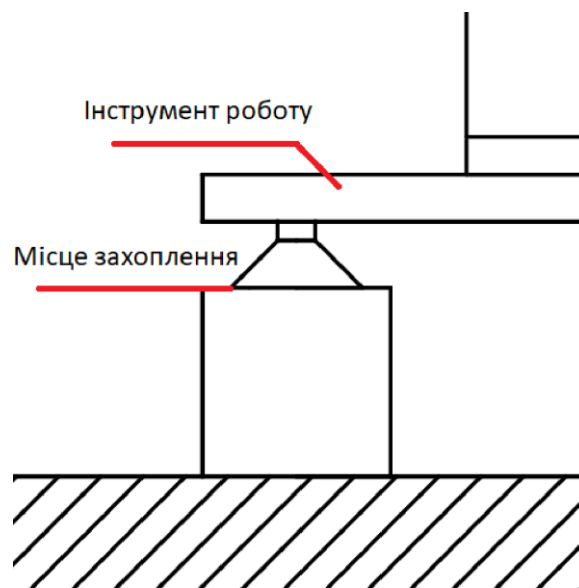


Рис. 5.5.8. Приклад виду точки підходу роботу до деталі

6. За допомогою функції «Set» встановить значення MODBUS змінної вакуумного захоплення «MB_Capture=1». ПЛК транспортеру отримає сигнал на ввімкнення пневматичного розподільника для активування вакуумного захоплення.
7. Очікування в даній точці з використанням функції «Wait» на 1с.

8. З використанням лінійного руху робот перемістить інструмент з захопленою деталлю до точки позиціонування «Waypoint_2».
9. Переміщення роботу до проміжної точки «Waypoint_3» в вільному режимі (рис. 5.5.9.).

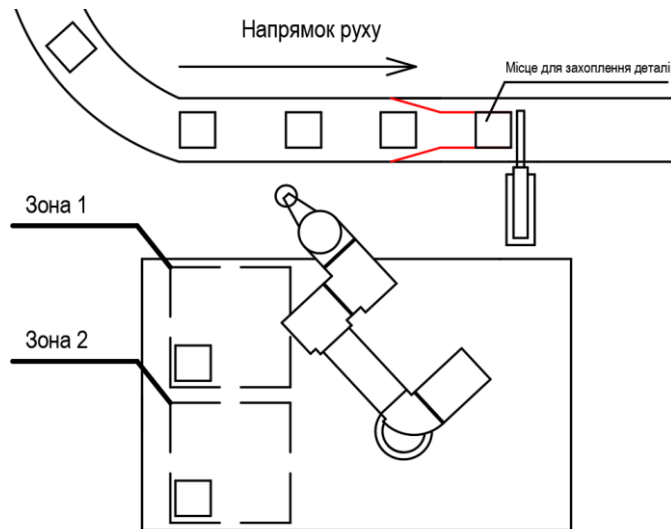


Рис. 5.5.9. Демонстративне розміщення роботу в проміжній точці

10. Наступним кроком, буде виконуватись умова, якщо був спрацьований індуктивний датчик на транспортері, то деталь, яку захопив робот є алюмінієва і цю деталь потрібно покласти в першу зону сортування. Використайте функцію умови та запишіть «Type_detail=1».
11. Робот переміститься до точки розміщення «Waypoint_4» в вільному режимі.
12. Робот перемістить інструмент с захопленою деталлю до торкання з поверхнею зони сортування 1, в точці позиціонування «Waypoint_5», в лінійному режимі.
13. Функцію «Set» встановить значення змінної вакуумного захоплення «MV_Capture=0», щоб вакуумне захоплення перестало тримати деталь.
14. За допомогою функції «Assignment» переписить значення змінної «Type_detail=0» та «Nalichie=0» .
15. Робот переміститься до точки підходу «Waypoint_4» над зоною 1.

16. До умови, яка була створена в пункті, додайте альтернативну умову, використовуючи функцію інакше. Тобто, якщо датчик індуктивності на транспортері не був спрацьований, значить деталь пластикова, а не алюмінієва. Тобто, пластикову деталь робот буде класти в зону 2 (рис. 5.5.8.).
 17. Робот переміститься до точки розміщення «Waypoint_6» в вільному режимі.
 18. Робот перемістить інструмент с захопленою пластиковою деталлю до торкання з поверхнею зони сортування 2, в точці позиціювання «Waypoint_7», в лінійному режимі.
 19. Функцію «Set» встановить значення змінної вакуумного захоплення «MB_Capture=0», щоб вакуумне захоплення перестало тримати деталь.
 20. За допомогою функції «Assignment» переписить значення змінної «Nalichie=0» .
 21. Робот переміститься до точки підходу «Waypoint_6» над зоною 2.
 22. Робот переміститься до стартової позиції очікування «Waypoint_1».
- Приклад створеної програми зображено на рис. 5.5.10.

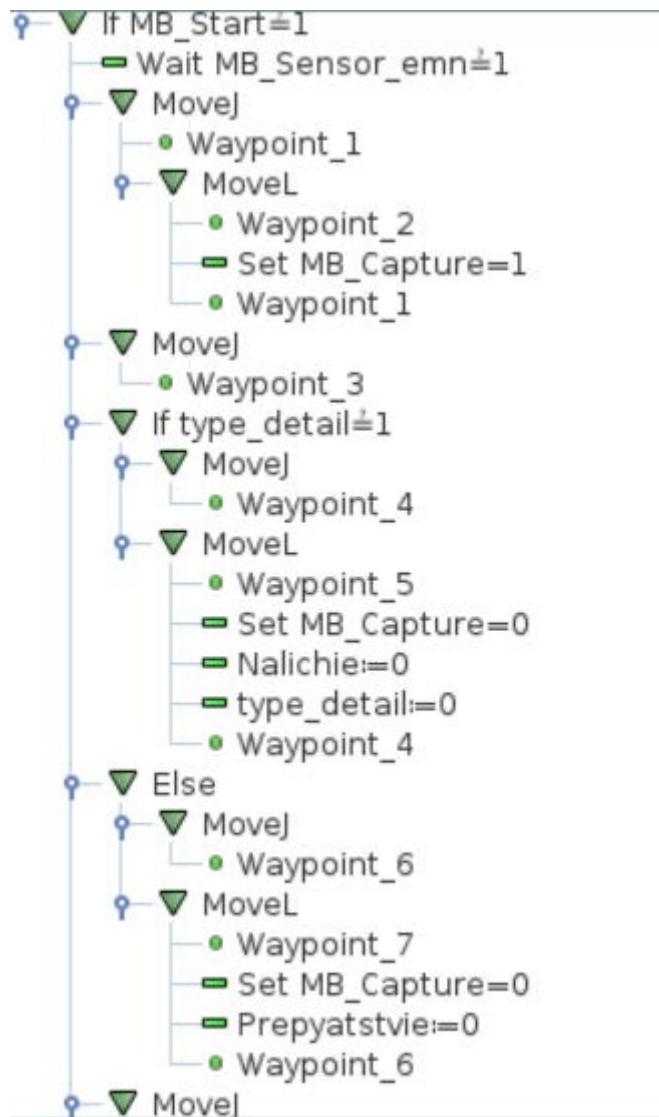


Рис. 5.5.10. Приклад програми

Але в даному випадку програма не буде повноцінною, тому до пунктів 11 та 16 додайте функцію палетування. Використовуючи матрицю розміщення 2 на 2 деталі, приклад розміщення зображено на рис. 5.5.11.

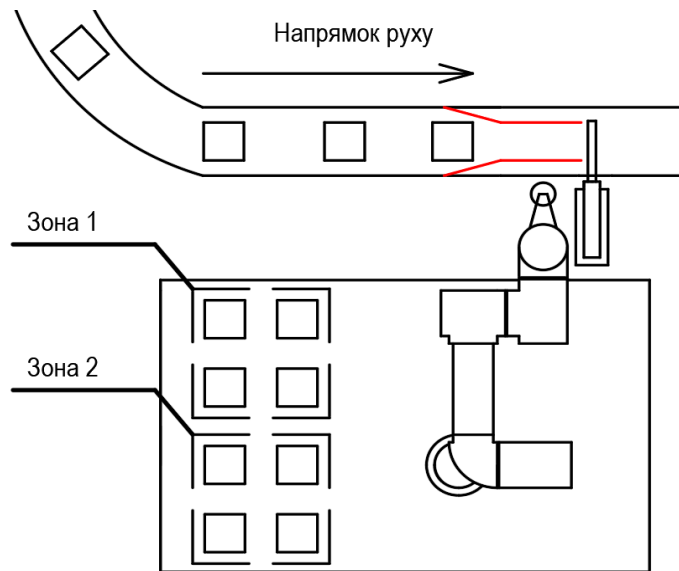


Рис. 5.5.11. Демонстративне розміщення деталей для палетування в зонах сортування.

Приклад програми з використанням функції палетування зображено на рис. 5.5.12.

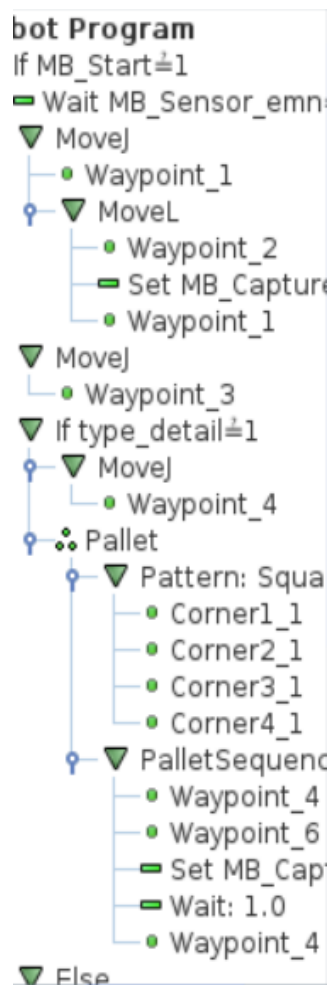


Рис. 5.5.12.

Після запуску програми робот опитує ПЛК на стан змінних по протоколу MODBUS. Записує дані в змінні за допомогою поточної програми та виконує сортування деталей, за допомогою основної програми згідно умовам та паллетизації.

Протокол лабораторної роботи повинен містити:

1. Знімки екрану та опис налаштування шини зв'язку «Axioline» та конфігурування модулю зв'язку «Modbus» для ПЛК «АХС 1050».
2. Опис програми для ПЛК, а саме обробка змінних по протоколу «MODBUS» та Пуск і Стоп транспортеру і роботу «UR3».
3. Знімки екрану та опис налаштування «MODBUS» змінних та конфігурування інструменту захоплення «Modbus» для роботу «UR3».
4. Знімки екрану та опис поточної і основної програми для роботу.
5. Висновок.

РОЗДІЛ 6. РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ,
ВИЯВЛЕНІ НЕДОЛІКИ ТА ДОЦІЛЬНІ ШЛЯХИ ЇХ УСУНЕННЯ.

Даний підрозділ описує результат виконання та приклад оформлення лабораторного протоколу лабораторної роботи №2 «Реалізація взаємозв'язку ПЛК та контролера робота за допомогою протоколу MODBUS, її тестування та налаштування»:

Міністерство освіти та науки України ОНТУ	Кафедра А та Р
Лабораторна робота №4 З дисципліни «Програмування робототехнічних систем» «Реалізація взаємозв'язку ПЛК та контролера робота за допомогою протоколу MODBUS, її тестування та налаштування»	
	Виконав: Коцур І.О. Група: Ам-20 Викладач: Левинський В.М.
Одесса 2023	

Рис. 6.1. Оформлення титульного листу

Лабораторна робота №2

Мета роботи:

- Реалізувати зв'язок та обмін даними ПЛК «АХС 1050» то контролер роботу «UR 3» за допомогою протоколу MODBUS.
- Одержати навички налаштування MODBUS модулю в ПЛК «АХС 1050».
- Навчитися створювати MODBUS змінні в програмі PC WORX.
- Одержати навички налаштування MODBUS модулю в контролері роботу «UR 3» та в його графічному інтерфейсу «Polescope».
- Одержати навички програмування в Polescope та опанувати роботу MODBUS протоколу.

Виконання лабораторної роботи:

1. Конфігурування ПЛК:

Конфігуруємо ПЛК відносно його шини зв'язку «Ахіоліне» (Рис. 1.1.)

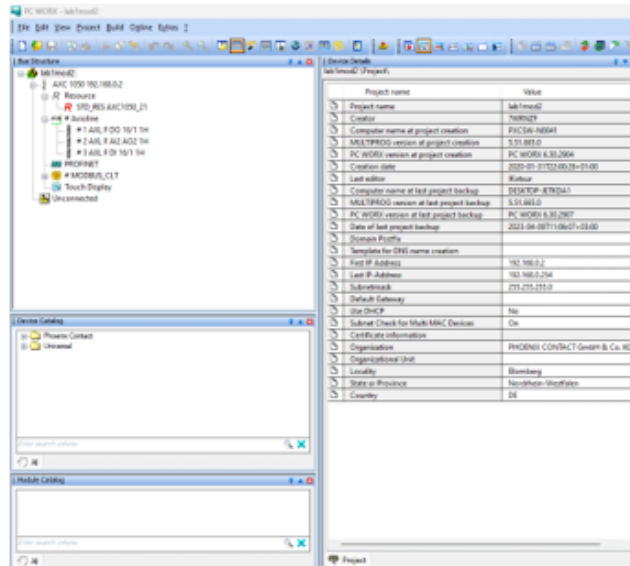


Рис. 1.1. Конфігурування модулів ПЛК по шині «Ахіоліне».

Створимо новий модуль Modbus через каталог та додаємо новий пристрій через папку «Загальне». Припишемо властивості Modbus (рис. 1.2.)

Рис. 6.2. Приклад оформлення другої сторінки протоколу лабораторної роботи

Name	Value
Vendor	Phoenix Contact
Designation	Generic Modbus Device
Functional description	
Device type	Device
Device family	Generic
Order number	
Revision: HW / Master FW (/COP FW)	01
Station Name	Generic_Modbus_41
Device Name	
Module Equipment ID	
MAC Address	
IP Address	192.168.0.11
Subnetmask	255.255.255.0
Default Gateway	
Port	502
Protocol	TCP
Swap Bytes	No
Connection timeout / UDP timeout	5000 ms
Reconnection interval	2000 ms
Process Data Watchdog trigger	500 ms
Unit ID	255
Consecutive Number	1
Node ID	41

Рис. 1.2. Налаштовані параметри Modbus модулю

Створимо та зробимо конфігурацію Modbus регістрів для ПЛК (рис. 1.3.).

	Name	Function Code	Data Type	Number	Data Direction	Address
1	Sensor_data	FC16 (Write Multiple Registers) ▼	WORD ▼	1	OUT	128
2	Sensor_data2	FC16 (Write Multiple Registers) ▼	WORD ▼	1	OUT	144

Рис. 1.3. Створенні Modbus регістри

Після чого створимо програму для ПЛК з використанням блоку конвертації, яка буде виконувати функцію зчитування та обробки даних з датчиків, та передавати ці дані по протоколу Modbus до роботу UR3.

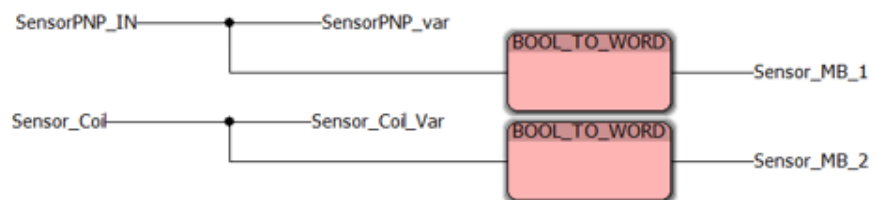


Рис. 1.4.

Створимо з'єднання програмних змінних та модулів ПЛК для дискретного модулю вводу (рис. 1.5.) та Modbus модулю (рис. 1.6.).

Рис. 6.3. Приклад оформлення третьої сторінки протоколу лабораторної роботи

Symbol/Variable	Data Type	Process Data Item	Description	Device	Process Data Item	I/Q	Data Type	Byte/Bit	Address	Symbol/Variable
SensorPNP_N	BOOL	# 3 AXI.F DI 16/1 TH		# 3 AXI.F DI 16/1 TH	I00	I	BOOL	0.0		
SensorPNP_je	BOOL	# 3 AXI.F DI 16/1 TH		# 3 AXI.F DI 16/1 TH	I01	I	BOOL	0.1		STD_CHP(STD_RES) SensorPNP_N
Sensor_Col	BOOL	# 3 AXI.F DI 16/1 TH		# 3 AXI.F DI 16/1 TH	I02	I	BOOL	0.2		STD_CHP(STD_RES) Sensor_Col
Sensor_Col_je	BOOL	# 3 AXI.F DI 16/1 TH		# 3 AXI.F DI 16/1 TH	I03	I	BOOL	0.3		

Рис. 1.5. Підв'язані змінні до дискретних входів

Symbol/Variable	Data Type	Process Data Item	Description	Device	Process Data Item	I/Q	Data Type	Byte/Bit	Address	Symbol/Variable
SensorPNP_N	BOOL	# 3 AXI.F DI 16/1 TH		# 1 Generic Modbus Device 215	STATON_FLAG	I	MBT_STAT...	0		
SensorPNP_je	BOOL	# 3 AXI.F DI 16/1 TH		# 1 Generic Modbus Device 215	STATON_CONTROL	Q	MBT_STAT...	0		
Sensor_Col	BOOL	# 3 AXI.F DI 16/1 TH		# 1 Generic Modbus Device 215	Sensor_data	Q	WORD	0.0		STD_CHP(STD_RES) Sensor_MB_1
Sensor_Col_je	BOOL	# 3 AXI.F DI 16/1 TH		# 1 Generic Modbus Device 215	Sensor_data	Q	WORD	0.0		STD_CHP(STD_RES) Sensor_MB_2
text	WORD									
Start_Motors	BOOL									
Motor_On/Off	BOOL	# 1 AXI.F DI 16/1 TH								
V100	INR		10%							
Start_jejeje	BOOL	# 1 AXI.F DI 16/1 TH								
Sensor_MB_2	WORD	# 1 Generic Modbu...								
Sensor_MB_1	WORD	# 1 Generic Modbu...								

Рис. 1.6. Підв'язані змінні до MODBUS реєстрів

Рис. 6.4. Приклад оформлення четвертої сторінки протоколу лабораторної роботи

2. Конфігурування MODBUS для робота Universal Robots UR3:

В налаштуваннях роботу в початкову меню, налаштували IP-адресу роботу за такими даними: тип налаштування адреси «Static Address» та встановить IP address – 192.168.0.10 і Subnet mask – 255.255.255.0 (рис. 2.1.)



Рис. 2.1. Меню налаштування адреси для робота

Після чого в меню налаштування Modbus створили новий шлюз з IP address – 192.168.0.10. Та створили Modbus змінні з адресами 128 та 144. (рис. 2.2.)

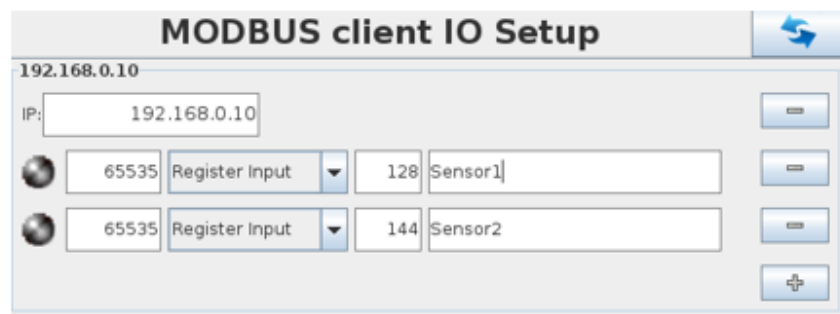


Рис. 2.2 Налаштовані MODBUS змінні

Рис. 6.5. Приклад оформлення п'ятої сторінки протоколу лабораторної роботи

В п'ятій сторінці лабораторного протоколу описано конфігурацію MODBUS з'єднання для роботи.

3. Опис програми для робота Universal Robots UR3:

Створена програма роботу Ur3 (рис.3.1) має послідовність дій:

1. Програма роботу працює в циклі, тобто інструкції програми виконуються нескінченно. Першим кроком в програмі це виконання руху до точки позиції роботу в середньому положенні.
2. Після чого створена умова: якщо змінна Sensor1 буде дорівнювати одиниці, тоді робот виконає рух до точки позиції роботу вправо (Waypoint_1), з використанням вільної траєкторії.
3. Якщо ця умова не виконується, але виконується умова: якщо змінна Sensor2 буде дорівнювати одиниці, тоді робот виконає рух до точки позиції роботу вліво (Waypoint_2), з використанням вільної траєкторії.
4. Після виконання з однієї умов, робот повертається до середнього положення та очікує виконання однієї із умов.

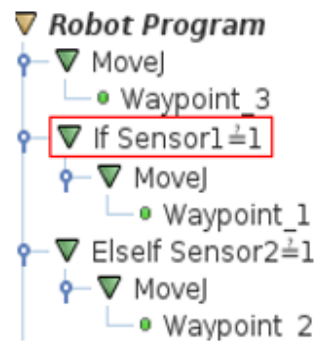


Рис. 3.1. Вигляд створеної програми.

Питання для самоперевірки:

Modbus – це відкритий комунікаційний протокол, заснований на архітектурі ведучий – ведений (англ. master-slave; у стандарті Modbus використовуються терміни client-server). Широко застосовується у промисловості організації зв'язку між електронними пристроями. Може використовуватися для передачі даних через послідовні лінії зв'язку RS-485, RS-422, RS-232 та мережі TCP/IP (Modbus TCP). Також існують нестандартні реалізації, які використовують UDP.

Рис. 6.6. Приклад оформлення шостої сторінки протоколу лабораторної роботи

В шостої сторінці лабораторного протоколу описано програму з використанням протоколу MODBUS для роботи.

Приклад практичного виконання лабораторної роботи

Даний підрозділ описує результат виконання лабораторної роботи №4 «Реалізація в САК функції управління сортуванням деталей, її тестування та налаштування» в вигляді опису фрагментів з відео роботи лабораторної установки в використанні по три деталі на палеті. Відеоматеріал розміщено в хмаровому сховищі [1].

1. На першому фрагменті (рис. 6.1.) зображено працюючий конвеєр, де деталь, а саме алюмінієвий кубик достиг місця зупинки та вирівнюється для захвату, активувавши датчик перешкоди та індуктивний датчик. Отримавши дані з датчику перешкоди, робот розкриває пристрій захоплення та підходить до точки захвату деталі з транспортеру.

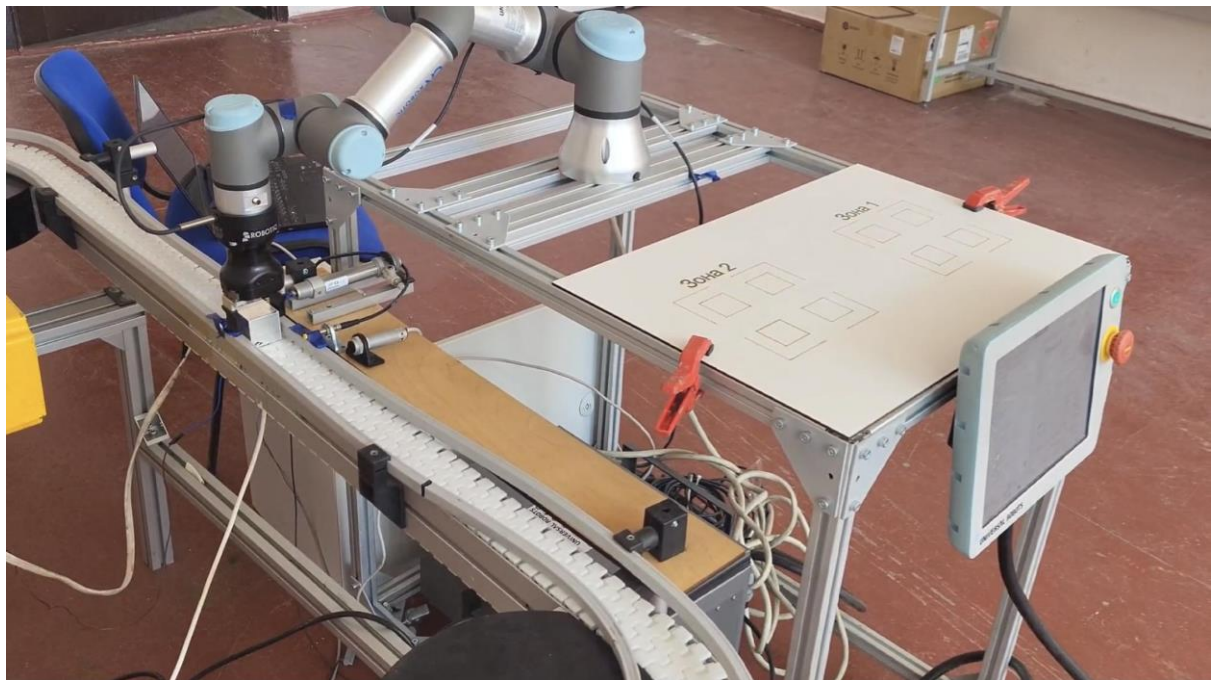


Рис. 6.1. Фрагмент №1 роботи лабораторної установки

2. На другому фрагменті (рис. 6.2.) зображено процес захоплення деталі інструментом захоплення та переміщення роботу з деталлю до точки підходу.



Рис. 6.2. Фрагмент №2 роботи лабораторної установки

3. На третьому фрагменті (рис. 6.3.) зображено процес переміщення захопленої деталі пристроєм захоплення від точки підходу для захвату деталі до проміжної точки над зоною сортування.



Рис. 6.3. Фрагмент №3 роботи лабораторної установки

4. На четвертому фрагменті (рис. 6.4.) зображено процес виконання умови для сортування деталі. Після переміщення роботу до проміжної точки та отримання даних от властивості деталі від індукційного датчику. Робот виконує переміщення до точки підходу над зоною для штабелювання алюмінієвих деталей.



Рис. 6.4. Фрагмент №4 роботи лабораторної установки

5. На п'ятому фрагменті (рис. 6.5.) зображено процес виконання функції палетування для зони алюмінієвих деталей. А саме робот, після переміщення до точки підходу, переміщується до точки положення розміщення деталі, відпускає зажим інструменту захоплення та кладе деталь на місце першої деталі, після чого робот переміщується до точки відходу, після чого до проміжної точки та переміщується до точки підходу для захоплення деталі. Та переходить в режим очікування наступної деталі.



Рис. 6.5. Фрагмент №5 роботи лабораторної установки

6. На шостому фрагменті (рис. 6.6.) зображено працюючий конвеєр, де деталь, а саме пластиковий кубик достиг місця зупинки та вирівнюється для захвату, активувавши датчик перешкоди, але індуктивний датчик не спрацював на пластикову деталь. Отримавши дані з датчику перешкоди, робот розкриває пристрій захоплення та підходить до точки захвату деталі з транспортеру.



Рис. 6.6. Фрагмент №6 роботи лабораторної установки

7. На цьому фрагменті (рис. 6.7.) зображено процес захоплення деталі, затискаючи інструментом захоплення та переміщення роботу з деталлю до точки підходу.



Рис. 6.7. Фрагмент №7 роботи лабораторної установки

8. На восьмому фрагменті (рис. 6.8.) зображено процес переміщення захопленої деталі пристроєм захоплення від точки підходу для захвату деталі до проміжної точки над зоною сортування. Після виконується процес виконання умови для сортування деталі. Після переміщення роботу до проміжної точки та отримання даних от властивості деталі від індукційного датчику. Робот виконує переміщення до точки підходу над зоною для штабелювання алюмінієвих деталей.



Рис. 6.8. Фрагмент №8 роботи лабораторної установки

9. На дев'ятому фрагменті (рис. 6.9.) зображено процес виконання функції палетування для зони пластикових деталей. А саме робот, після переміщення до точки підходу, переміщується до точки положення розміщення деталі, відпускає зажим інструменту захоплення та кладе деталь на місце першої деталі, після чого робот переміщується до точки відходу, після чого до проміжної точки та переміщується до точки підходу для захоплення деталі. Та переходить в режим очікування наступної деталі.



Рис. 6.9. Фрагмент №9 роботи лабораторної установки

10. На десятому фрагменті (рис. 6.10.) зображено процес виконання функції палетування для зони металевих деталей. А саме робот, виконує розміщення другої по рахунку металевої деталі.



Рис. 6.10. Фрагмент №10 роботи лабораторної установки

11. На одинадцятому фрагменті (рис. 6.11.) зображено процес виконання функції палетування для зони пластикових деталей. А саме робот, виконує розміщення другої по рахунку пластикової деталі. Але зона

палетування для алюмінієвих деталей завершена. Так як використовується по три деталі.



Рис. 6.11. Фрагмент №11 роботи лабораторної установки

12. На дванадцятому фрагменті (рис. 6.12) зображено процес завершення виконання функції палетування для зони пластикових деталей. А саме робот, виконує розміщення третьої по рахунку пластикової деталі. Зони палетування завершені, так як використовується по три деталі.

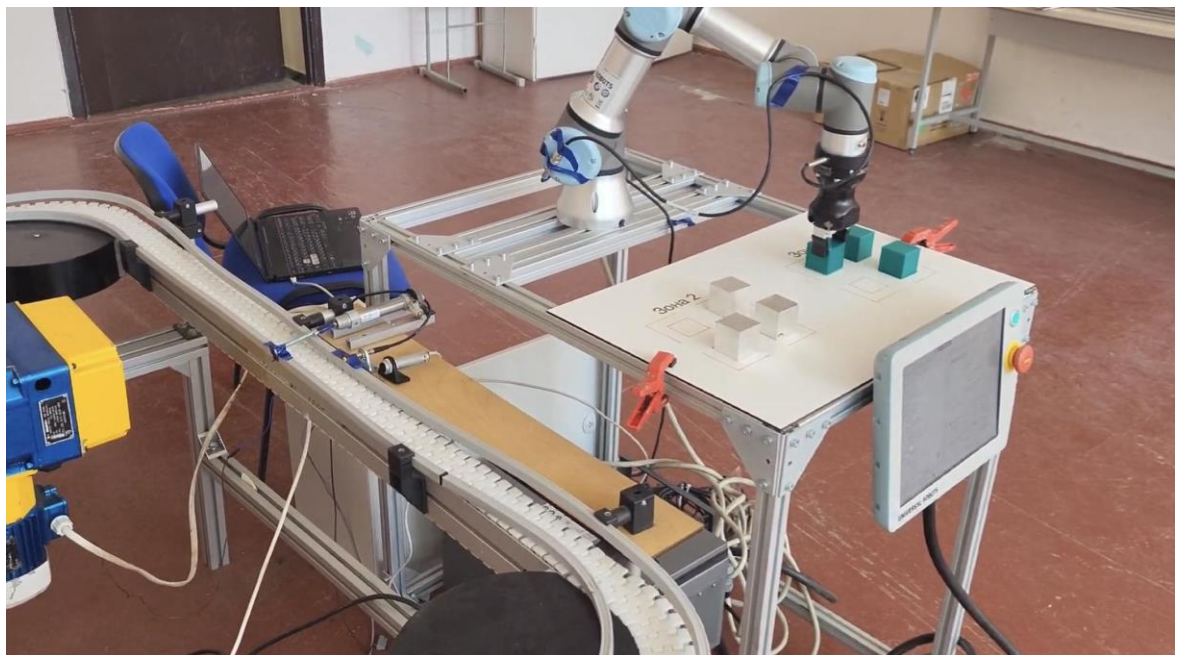


Рис. 6.12. Фрагмент №12 роботи лабораторної установки

13. На тринадцятому фрагменті (рис. 6.13) та (рис. 6.14) зображено процес переміщення роботу після виконання функції палетизації від точки відходу від зони палетування до проміжної точки, після чого до точки підходу для захоплення деталі на транспортері та переходить в режим очікування нових деталей, та коли очистять зону палетизації.

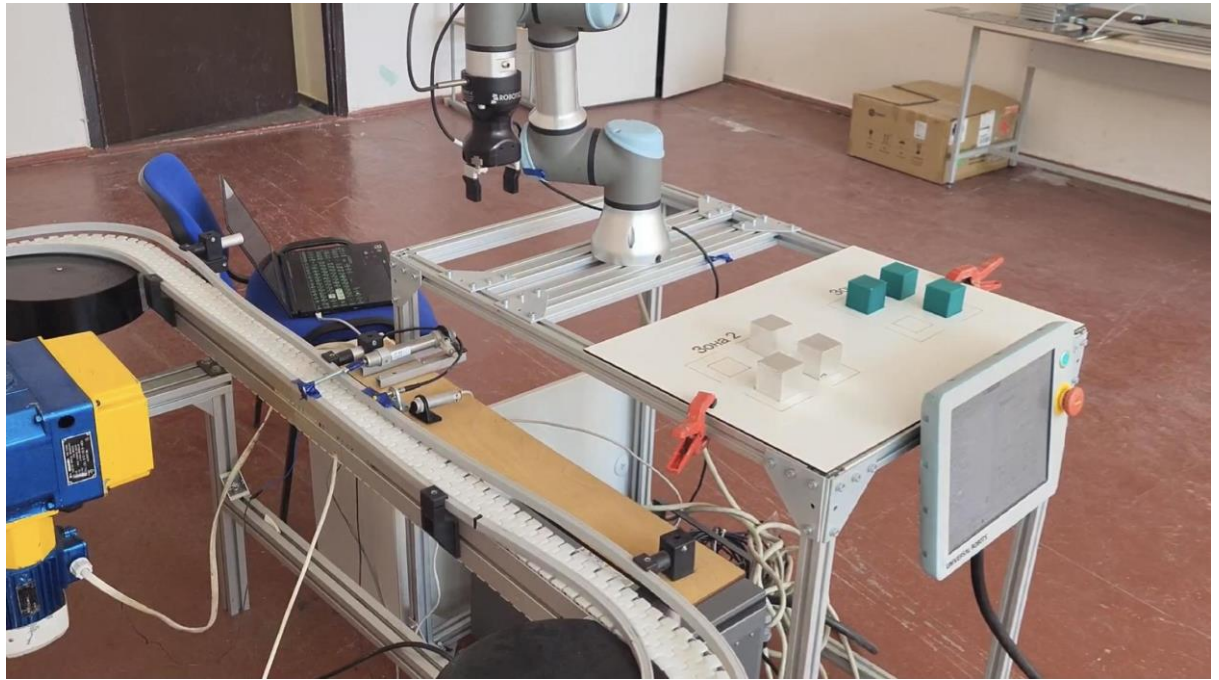


Рис. 6.13



Рис. 6.14

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. М.Т. Степанов Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу
2. Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації», Одеса – 2015 г.
3. Онлайн академія universal robots, інтернет ресурс, Universal Robots support, How-to, інтернет ресурс, <https://www.universal-robots.com/how-tos-and-faqs/how-to/>
4. Посібник користувача Universal Robots UR5 / CB3, переклад оригінальних інструкцій, Оденс – 2009 г.
5. Посібник користувача PolyScope 3.8. переклад оригінальних інструкцій, Оденс – 2017 г.
6. Посібник користувача The URScript Programming Language, Оденс – 2018 г.
7. Посібник користувача Service Manual, Оденс – 2009 г.
8. Industry 4.0: the fourth industrial revolution - guide to Industrie 4.0, стаття, інтернетресурс, https://www.i-scoop.eu/industry/?fbclid=IwAR3YHy8FOJt3NRK_XFQ-Xe8becyre9N9MzVmNGYgQxnfV-ES0Ex-c0kMtPg
9. Онлайн документація по використанню програмного забезпечення RoboDK, інтернет ресурс, <https://robodk.com/doc/en/Basic-Guide.html#Start>
10. OSTOPUZ, Robot Programming & Simulation Software, інтернет ресурс, https://www.universalrobots.com/media/1800134/octopuz_brochure_2017.pdf
11. Методические указания к лабораторной работе «Моделирование нейронных сетей в matlab». – Федотов А.В., 2002. – 22с.
12. А. М. Бойко Коллаборативные роботы, стаття, интернет ресурс <http://robotrends.ru/robopedia/katalog-kollaborativnyh-robotov>

13. Тулетаев Е. С., Саликова О. С, Основні тенденції розвитку робототехнічних систем, Костанайський державний університет ім. А.Байтурсинова,

14. Белянин П.М. Стан і розвиток техніки роботів / Проблеми машинобудування і надійність машин. зб.РАН 2017, № 2. - 64-75 с.

15. Аналітичне дослідження: Світовий ринок робототехніки, інтернет ресурс, <http://www.robogeek.ru/60589987-Analiticheskoe-issledovanie-mirovoy-gynokrobototekhniki.html>

16. Каляєв І.А. та ін. Інтелектуальні роботи: Учеб.пособие для вузів - М.: Машинобудування, 2007. - 360 с