


Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕТЕМ

 /Андрій МУХА/
(підпис)

Дата 21.12.2023

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Розробка системи на базі ПЛК для дистанційного керування виконавчими електроприводами»

за освітньою програмою: «Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті»

зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав: студент
групи «ЕЕ2226»


(підпис студента)

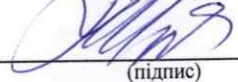
/Сергій МІЩЕНКО/
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:


(підпис)

/проф., зав.каф. Андрій
МУХА/
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:


(підпис)

/доц. Оксана КАРЗОВА/
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

(назва розділу)

(підпис)

// _____
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

// _____
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

// _____
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

// _____
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2023 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty «Management of energy and economic processes»

Department «Electrical engineering and electromechanics»

Explanatory Note
to Master's Thesis

on the topic: «Development of a PLC-based system for remote control of electric drives»

according to educational curriculum «Energy and electromechanical systems in transport»

in the Speciality: «141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics»

Done by the student of the group EE2226:

/Serhii MISHCHENKO/

Scientific Supervisor:

/Andrii MUKHA/

Normative controller:

/Oksana KARZOVA/

Supervisors

<hr/>	//
(Chapter title heading)	(position, name, surname)
<hr/>	//
(Chapter title heading)	(position, name, surname)
<hr/>	//
(Chapter title heading)	(position, name, surname)
<hr/>	//
(Chapter title heading)	(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра: «Електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: магістр

Освітня програма: «Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті»

Спеціальність: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра
студенту Міщенко Сергій Сергійович

1. Тема роботи: «Розробка системи на базі ПЛК для дистанційного керування виконавчими електроприводами»

Керівник роботи: Муха Андрій Миколайович, професор, завідуючий кафедрою

затверджені наказом № 55 ст від 18.01.2023

2. Строк подання студентом 20.12.2023 р.
роботи:

3. Вихідні дані до Основні схеми керування електроприводом,
роботи:

технічна документація на ПЛК Kinco та частотні перетворювачі Hitachi

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

4.1 Аналітична частина: огляд серії програмованих логічних контролерів виробництва Kinco; аналіз їх функціональних можливостей. Огляд серії частотних перетворювачів Hitachi SJ100; дослідження принципів керування ними для отримання бажаних характеристик привода.

4.2 Основна частина: розроблення принципової схеми системи керування асинхронним частотно-керованим електроприводом. Створення користувацької програми для керування ПЛК Kinco K-50624AR

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища: охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.4 Економічна частина: -

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Огляд ПЛК Kinco K-506-24AR. 2. Структурна і принципова схеми керування електроприводом. 3. Параметри інвертора Hitachi SJ100 як об'єкта керування. 4. Основні фрагменти програми користувача в середовищі Kinco Builder

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Основна частина	проф. Муха А.М.		
ОП та безпека при НС	проф. Муха А.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	09.10.2023	5%
2	Розділ 1. Середовище Kinco Builder. Основні відомості та функціональні можливості	20.10.2023	20%
3	Розділ 2. Об'єкт керування. Основні можливості, функції керування. Алгоритм керування об'єктом	01.11.2023	20%
4	Розділ 3. Розробка структурної та принципової схеми електроприводу	20.11.2023	20%
5	Розділ 4. Розробка користувацької програми в середовищі Kinco Builder 8.3	01.12.2023	20%
6	Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	10.12.2023	10%
7	Загальні висновки та рекомендації	15.12.23	5%
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	20.12.23	
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	23.01.24	

Студент

(підпис)

Сергій МІЩЕНКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

проф., зав.каф. Андрій МУХА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. арк.	№ екз.	Прим
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Заново розроблена			
3	A4	7.141.226213.ПЗ	Пояснювальна записка	75		
4						
5			Запозичена			
6						
7			<u>Графічна частина</u>			
8			Заново розроблена			
9	A4	7.141.226213.01	Огляд ПЛК Kinco K-50624AR	1		
10	A4	7.141.226213.02	Структурна і принципова схеми	1		
11			керування електроприводом			
12	A4	7.141.226213.03	Параметри інвертора Hitachi SJ100	1		
13			як об'єкта керування			
14	A4	7.141.226213.04	Основні фрагменти програми			
15			користувача в середовищі Kinco	1		
16			Builder			
17						
18						
19						
20						
21			Запозичена			
22						
23			<u>Електронна частина</u>			
24						

7.141.226213.BP

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив.		Міценко С.С.		20.12.20
Керівник		Муха А.М.		20.12.20
Консульт				
Н. Контр.		Карзова О.О.		20.12.20
Зав.кафед.		Муха А.М.		20.12.20

Відомість
кваліфікаційної роботи

Лім.	Арк.	Акрушів
	5	75

МОН України. УДУНТ
Кафедра ЕТЕМ,
група ЕЕ2226

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Розробка системи на базі ПЛК для дистанційного керування виконавчими електроприводами»

75 с., 40 рис., 12 табл., 2 додатка, 13 джерел.

Об'єкт розробки – програма в середовищі Kinco Builder для здійснення дистанційного керування асинхронним частотно-регульованим електроприводом Hitachi SJ100.

Мета роботи – розробка та конфігурування системи дистанційного керування малопотужним асинхронним частотно-регульованим електроприводом Hitachi SJ100 на основі промислового програмованого логічного контролера Kinco K-506-24AR.

Метод дослідження та апаратура – промисловий контролер Kinco K506-24AR, програмне середовище Kinco Builder 8.1, однофазний інвертор Hitachi серії SJ100.

У першому розділі наведено опис програмного середовища Kinco Builder 8.1, для програмування промислового контролера Kinco K-506-24AR.

Другий розділ присвячено опису об'єкту керування – однофазному інвертору Hitachi серії SJ100, розглянуто його основні функції і налаштування.

У третьому розділі розроблено структурну та принципову схеми запропонованої системи дистанційного керування виконавчим електроприводом, наведено опис її роботи.

Четвертий розділ містить лістинг програм розроблених для реалізації спроектованої системи.

У п'ятому розділі містяться рекомендації з охорони праці та безпеки при надзвичайних ситуаціях.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВИКОНАВЧИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, ПРОМИСЛОВИЙ КОНТРОЛЕР, ІНТЕРФЕЙС, ІНВЕРТОР, ЧАСТОТНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ.

						7.141.226213.ПЗ	Арк.
							6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 СЕРЕДОВИЩЕ KINCO BUILDER. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ	11
1.1 Програмовані логічні контролери Kinco серії K-5. Огляд серії, основні визначення	11
1.1.1 Основні визначення	12
1.1.2 Архітектура ПЛК Kinco серії K-5	14
1.2 Програмне середовище KincoBuilder основні відомості та функціональні можливості	21
1.3 Висновки до розділу	26
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ КЕРУВАННЯ. ОСНОВНІ МОЖЛИВОСТІ, ФУНКЦІЇ КЕРУВАННЯ. АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТОМ	27
2.1 Інвертор Hitachi SJ100 як об'єкт керування	27
2.2 Основні можливості та функції керування.....	29
2.3 Алгоритм керування об'єктом	34
2.4. Висновки до розділу	34
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ	36
3.1 Структурна схема електроприводу	36
3.2 Принципова схема електроприводу та опис її роботи	38
3.3 Додаткова елементна база	42
3.3.1 Датчики положення.....	42
3.3.2 Сигнальні лампи.....	45
3.3.3 Командні кнопки	46

					Пояснювальна записка			
					Розробка системи на базі ПЛК для дистанційного керування виконавчими електроприводами	Літ.	Маса	Масштаб
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			1	1 : 1
						Арк. 7	Аркушів 75	
					7.141.226213.ПЗ	МОН України, УДУНТ Кафедра ЕТЕМ Група ЕЕ2226		
Розроб.		Мищенко С.С.		20.12				
Перевір.		Муха А.М.		20.12				
Т. Контр.								
Реценз.								
Н. Контр.		Карзова О.О.		20.12				
Затверд.		Муха А.М.		20.12				

3.4 Висновки до розділу	48
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА КОРИСТУВАЦЬКОЇ ПРОГРАМИ	
В СЕРЕДОВИЩІ KINCO BUILDER 8.3.....	49
4.1 Створення програми користувача для керування електроприводом засобами ПЛК Kinco K-506-24AR.....	49
4.2 Налаштування функцій частотного перетворювача Hitachi SJ100-007HFE	59
4.3 Висновки до розділу	63
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА	
В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	65
5.1 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями	65
5.1.1 Вимоги безпеки до робочих місць працівників з екранними пристроями [6].....	66
5.1.2 Мінімальні вимоги безпеки під час роботи з екранними пристроями.....	67
5.1.3 Мінімальні вимоги безпеки до екранних пристроїв [6].....	68
5.2 Дії працівників при надзвичайних ситуаціях.....	69
5.2.1 Дії працівників при виникненні пожежі в приміщенні [13]	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	71
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73
СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ.....	75
ДОДАТОК А.....	76
ДОДАТОК Б	80

ВСТУП

Створення фірмою Intel першого мікропроцесора положило початок ері комп'ютеризації. А мікропроцесор як винахід визнаний одним із найбільших досягнень ХХ століття. В мікропроцесорах – найбільш складних мікроелектронних пристроях – втілені найпередовіші досягнення інженерної думки. В умовах, властивих даній сфері виробництва, жорсткої конкуренції і величезних капіталовкладень випуск кожної нової моделі мікропроцесора пов'язаний з черговим науковим, конструкторським, технологічним проривом.

Використання мікроелектронних засобів в системах автоматизованого керування приводить не тільки до підвищення техніко-економічних показників систем (вартість, надійність, габаритні розміри) і скорочення термінів розробки, а й надають їм принципово нові якості (розширені функціональні можливості, модифікованість, адаптивність тощо).

За останні роки в мікроелектроніці бурхливий розвиток отримав напрямок, пов'язаний з випуском програмовних логічних контролерів (ПЛК). ПЛК представляють собою прилади, конструктивно виконані в одному корпусі і включають у себе всі складові частини мікро-ЕОМ: мікропроцесор, пам'ять програм і пам'ять даних, а також програмовні інтерфейсні схеми для зв'язку із зовнішнім середовищем. Використання ПЛК в системах керування забезпечує досягнення виключно таких високих показників ефективності при низькій вартості.

Для успішної конкуренції, особливо на західних ринках, технологічні процеси повинні оснащуватися найсучаснішими системами керування й електроустаткуванням. Оснащення сучасних машин, навіть найпростіших, системами керування на базі ПЛК, не просто данина моді, а одне з умов забезпечення нормального їхнього функціонування, збільшення продуктивності і мобільності машин, зниження витрат на їхнє виробництво й обслуговування.

										Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

7.141.226213.ПЗ

Широкий спектр застосовності ПЛК обумовлює ряд технологічних і технічних вимог до цих пристроїв. Так, ПЛК повинен мати високу продуктивність для забезпечення мінімального часу реакції на зовнішні події. Не менш важлива наявність широкої гама модулів введення-виведення, у тому числі і спеціалізованих, - таких як лічильники, модулі керування позиціонуванням, негайної зупинки. Важлива і вартість монтажу і підключення контролера, - адже від цього залежить кінцева вартість виробу. Оскільки машини стають все більш складними, а пристрої автоматики усе більше знижуються в ціні, то в системах керування устаткуванням з'являється усе більше "інтелектуальних" пристроїв - таких як варіатори швидкості і пускачі, засоби людино-машинного інтерфейсу і сигнальні пристрої. І природно, що ПЛК повинен забезпечувати простий і недорогий інтерфейс із усіма такими пристроями. І, нарешті, ПЛК повинен бути дуже надійним, механічно міцним і мати можливості вбудованої діагностики апаратних засобів. Від цього залежить надійність і ремонтпридатність усієї машини чи установки. Усім перерахованим вище вимогам відповідають контролери Kinco серії K-5, до якої належить Kinco K-506-24AR.

Особливо широкого використання програмовані логічні контролери отримали в системах, які здійснюють диспетчерський контроль і керування великим числом технологічних процесів на територіально розосереджених невеликих автономних об'єктах, таких як міська тепलोмережа, електропідстанції і розподільні мережі, газо- і нафтопроводи.

Для програмування ПЛК використовуються графічні мови високого рівня, що не вимагають від користувача кваліфікації класичного програміста. Великою популярністю користується мова LD (Ladder Diagram) чи мова релейно-контактних схем.

Суть цієї мови — у представленні логіки функціонування системи керування у вигляді добре відомих розгорнутих схем з'єднань «контактів» і «обмоток реле», прив'язаних до входних, вихідних і проміжних змінних створюваної програми. [1].

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 СЕРЕДОВИЩЕ KINCO BUILDER. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ

1.1 Програмовані логічні контролери Kinco серії K-5. Огляд серії, основні визначення



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд програмованого логічного контролера Kinco K-506-24AR

На рис. 1.1 представлено зовнішній вигляд програмованого логічного контролера Kinco серії K-5.

Згідно з прийнятими правилами класифікації програмованих логічних контролерів (ПЛК), ПЛК серії Kinco-K5 належить до категорії мікро ПЛК. Тому його можна використовувати для керування машинами та невеликими процесами. ПЛК серії Kinco-K5 цілком може задовольнити вимоги в наступних сферах застосування (включаючи, але не обмежуючись цими напрямками):

- Пакувальні машини;
- текстильні машини;

										Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					7.141.226213.ПЗ	

- машини для будівельних матеріалів;
- Обладнання з числовим програмним керуванням;
- для машин, які здійснюють пакування харчових продуктів;
- Системи опалення та кондиціонування повітря;
- Як індивідуальні пристрої керування процесами виконавчих машин. [2].

1.1.1 Основні визначення

Мікро-ПЛК. Відповідно до загальних правил класифікації, мікро-ПЛК зазвичай відноситься до типу ПЛК з кількістю каналів вводу/виводу менше 128. Цей тип ПЛК зазвичай має компактну структуру, тобто певну кількість каналів вводу/виводу, джерело вихідного живлення; високошвидкісний інтерфейс вводу/виводу та інші аксесуари вбудовані в модуль центрального процесора (ЦП).

Модуль центрального процесора - це ядро системи керування, програма користувача зберігається у внутрішній пам'яті модуля центрального процесора після завантаження через програмне забезпечення для програмування та виконується центральним процесором. У той же час він також виконує самодіагностику модуля ЦП: перевіряє робочий стан кожного модуля та наявність помилок роботи програм користувача.

Модуль розширення використовується для розширення функцій модуля ЦП, він може як містити модуль розширення вводу/виводу (для збільшення кількості каналів введення/виведення системи), так і функціональний модуль розширення (для розширення функцій ЦП).

Шина розширення з'єднує ЦП і модулі розширення, а 16-жильний плоский кабель використовується як фізичний носій даних. Шина даних, шина адреси та робоче живлення модуля розширення інтегровані в кабель шини розширення.

KincoBuilder - програмне забезпечення для ПЛК серії Kinco-K5 відповідає стандарту IEC61131-3. KincoBuilder наразі підтримує мови LD та IL для

						7.141.226213.ПЗ	Арк.
							12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

зручності та ефективності розробки керуючих програм. Також KincoBuilder являє собою зручне середовище для розробки та налагодження програм.

Програмне забезпечення ЦП - це «операційна система» модуля ЦП, яка зберігається у флеш-пам'яті. Після ввімкнення він починає керувати та організовувати всі завдання модуля ЦП.

Програма користувача або його також називають *проектом користувача* або *прикладною програмою* – програма, написана користувачем для виконання певних функцій керування. Після завантаження програми користувача в модуль CPU вона зберігається в FRAM. Після ввімкнення процесорний модуль буде зчитувати її з FRAM в RAM для виконання.

Основна програма та цикл сканування. Модуль ЦП безперервно та циклічно виконує серію завдань, це називається скануванням.

Основна програма - це введення прикладної програми. У центральному процесорі основна програма виконується один раз за цикл сканування, і в прикладній програмі є лише одна головна програма, користувач може викликати кілька підпрограм із основної програми.

Протоколи зв'язку. Модуль ЦП має послідовні порти зв'язку, які підтримують спеціальний протокол програмування, протокол Modbus RTU (як підлеглий елемент) і вільні протоколи. Режим зв'язку з вільним протоколом дозволяє вашій програмі повністю контролювати порти зв'язку модуля ЦП. Користувач можете використовувати режим зв'язку з вільним протоколом для впровадження визначених користувачем протоколів зв'язку для зв'язку з усіма типами інтелектуальних пристроїв. Підтримуються як ASCII, так і бінарні протоколи.

Область відображення вводу/виводу – область пам'яті фізичних терміналів вводу/виводу, яка включає область відображення входу та область відображення виходу. Щоб забезпечити узгодженість даних в одному циклі сканування та покращити швидкість виконання програми, модуль ЦП зчитує стан фізичних входів у область відображення вхідних даних на початку циклу сканування та надсилає дані області відображення вихідних даних у фізичні

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вихідні канали по завершенню циклу сканування. Адреса шини вводу-виводу мають вигляд, як-от I0.0, Q1.0, AIW0, AQW0 тощо, усі вони є адресами області відображення вводу/виводу.

Діапазон зони зберігання даних та резервне копіювання. В апаратній конфігурації KincoBuilder ви можете визначити чотири діапазони збереження, щоб вибрати ділянки шини ОЗУ, які ви хочете зберегти при втраті живлення. У випадку, якщо центральний процесор втрачає живлення, миттєві дані в оперативній пам'яті зберігатимуться живлячись від літєвої батарейки, а дані в діапазонах збереження зберігатимуться під час наступного ввімкнення живлення. Термін зберігання даних ділянки шини ОЗУ становить 3 роки при нормальній температурі.

Резервне копіювання даних полягає в тому, що ПЛК має певну область пам'яті в FRAM. Дані в цій області будуть автоматично зберігатися постійно. Кожен тип постійної пам'яті має свій власний очікуваний термін служби, наприклад, E2PROM дозволяє записувати 100000 разів, а FRAM забезпечує необмежену кількість циклів читання/запису.

1.1.2 Архітектура ПЛК Kinco серії K-5

Завдяки компактному дизайну, гнучкій конфігурації та потужному набору функцій роблять Kinco-K5 ідеальним рішенням для широкого спектру застосувань.

Модуль центрального процесора є ядром Kinco-K5, і він може контролювати вхідні канали та змінювати вихідні канали, у відповідності до програми користувача, яка може включати булеву логіку, підрахунок, синхронізацію, складні математичні операції та зв'язок з іншими пристроями. В модулі ЦП вбудовано джерело живлення постійного струму напругою 24 В для живлення датчиків, комунікаційні порти та 24 (для ПЛК Kinco K-506-24AR) канали введення/виведення.

Модуль розширення може додати додаткові функціональні можливості ЦП. Модуль ЦП керує режимами роботи підключених модулів розширення та

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обмінюється з ними даними через шину розширення. Kinco-K5 підтримує усі види модулів розширення – DI, DO, DI/DO, AI, AO, AI/AO, RTD, TC тощо.

Максимальна кількість модулів розширення, яке підтримується ПЛК Kinco K-506-24AR – 10 модулів.

ПЛК Kinco-K5 забезпечує зв'язок засобами інтерфейсів RS232, RS485 та CAN-шини для зручного зв'язку з іншим обладнанням і системами. На базі Kinco-K5 можна здійснювати не тільки моніторинг окремого обладнання, але й побудувати складну мережу для задоволення всіх видів вимог по керуванню технологічним процесом. На рис. 1.2 схематично показано комунікаційні можливості ПЛК Kinco.

Модуль ЦП обладнано одним портом RS232 і одним або двома портами RS485, ці порти підтримують стандарт протоколу Modbus RTU і режим вільного протоколу. Користувач може підключити до 32 пристроїв через порт RS485.

За замовчанням всі порти підтримують Modbus RTU в режимі підлеглого пристрою.

Шина CAN. K541 — це модуль розширення шини CAN, який підтримує режим CANOpen master і CAN free-protocol.

Під час роботи в якості майстра CANOpen K541 підтримує CAN 2.0A та сумісно з DS301 V4.2.0.

Працюючи як пристрій із вільним протоколом CAN, K541 підтримує CAN 2.0A та CAN 2.0B, Kinco-K5 надає різні інструкції зв'язку CAN для програми користувача.

Модуль ЦП Kinco-K5 має внутрішній інтегрований блок живлення, який забезпечує живлення самого ЦП, усіх підключених модулів розширення та інших споживачів, для роботи яких потрібно живлення DC24V (V0+, V0-).

Вбудоване джерело живлення модуля ЦП також живить підключені модулі розширення як напругою 5 В постійного струму, так і напругою 24 В постійного струму. Джерело живлення 24 В постійного струму розроблено спеціально для живлення котушок реле в модулях DO релейного типу.

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Процесор K5 також має джерело живлення DC24V (V0+, V0-) для власних виходів або інших пристроїв. Ці термінали відповідно мають позначки VO+ і VO-.

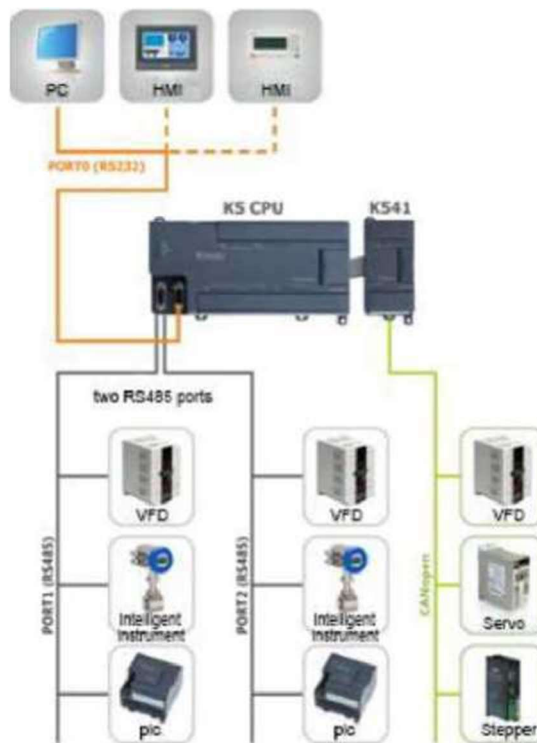


Рисунок 1.2 – Використання комунікаційних портів ПЛК Kinco серії K-5

Джерело живлення DC24V може забезпечувати живлення вхідних каналів або інших споживачів. Якщо необхідна потужність перевищує потужність джерела живлення датчика, можна використовувати зовнішнє джерело живлення напругою 24 В постійного струму.

Номінальне струмове навантаження при живленні датчиків від вбудованого джерела живлення ПЛК становить:

- в колі змінного струму – 500 мА;
- в колі постійного струму – 300 мА.

Величина вхідної потужності ЦП представлена в табл. 1.1, при цьому в таблиці прийнято наступні позначення споживаної потужності:

- *Максимальна потужність*: це необхідна максимальна вхідна потужність, коли ЦП перебуває в робочому стані повного навантаження,

включаючи джерело живлення 24 В постійного струму, що працює при повному навантаженні, і джерело розширення, що працює при повному навантаженні тощо.

- *Максимальна потужність одного ЦП:* це необхідна максимальна вхідна потужність, коли один центральний процесор (без модулів розширення) перебуває в робочому стані навантаження.

- *Типова потужність одного ЦП:* це необхідна типова вхідна потужність, коли один ЦП (без модулів розширення) знаходиться в нормальному робочому стані.

Таблиця 1.1 – Споживана потужність ПЛК

Серія ПЛК	Рід струму	Максимальна потужність, Вт	Максимальна потужність одного ЦП, Вт	Типова потужність одного ЦП, Вт
Kinco K-506-24AR	змінний	40.0	22.5	3.9
	постійний	24.0	10.5	3.0

У відповідних розділах [2] міститься детальна інформація про параметри ПЛК, а також вимоги до оточуючого середовища при роботі, транспортуванні і зберіганні ПЛК Kinco K-506-24AR.

Основні технічні дані ПЛК Kinco K-506-24AR представимо у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Основні технічні дані контролера Kinco K-506-24AR

Параметр	Значення
Вбудовані входи/виходи та роз'єми	
Цифрові канали	14 цифрових входів, 10 цифрових виходів
Аналогові канали	Немає
Максимальна кількість модулів розширення	10
Комунікаційний порт	3 (PORT0, PORT1, PORT2)
	PORT0 – RS232, PORT1 та PORT2 – RS485
Високошвидкісний лічильник	2
Однофазний лічильник	2, максимальна частота 60 кГц

Продовження табл. 1.2

Параметр	Значення
Двофазний лічильник	2, максимальна частота 20 кГц
Високошвидкісний імпульсний вихід	2, максимальна частота 200 кГц
Переривання входу/виходу	4 канали, можуть бути встановленні по фронту і тилу переривання
Діапазони пам'яті	
Максимальний об'єм програми користувача	4000 інструкцій
Дані користувача	M-діапазон: 1000 байт, V-діапазон: 4000 байт
Розмічений діапазон DI	32 байти
Розмічений діапазон DO	32 байти
Розмічений діапазон AI	64 байти
Розмічений діапазон AO	64 байти
Дані резервного копіювання	FRAM, 448 байтів
Діапазон шини ОЗУ	4000 байтів
Інше	
Таймери	Всього 256; 4 таймери з кроком 1 мс; 16 таймерів з кроком 10 мс; 236 таймерів з кроком 100 мс
Переривання таймерів	2 з роздільністю 0,1 мс
Лічильники	256
Годинник реального часу	Так
Живлення датчиків	24 В постійного струму, 300мА

На рис. 1.3 показано діаграму підключення ПЛК Kinco K-506-24AR

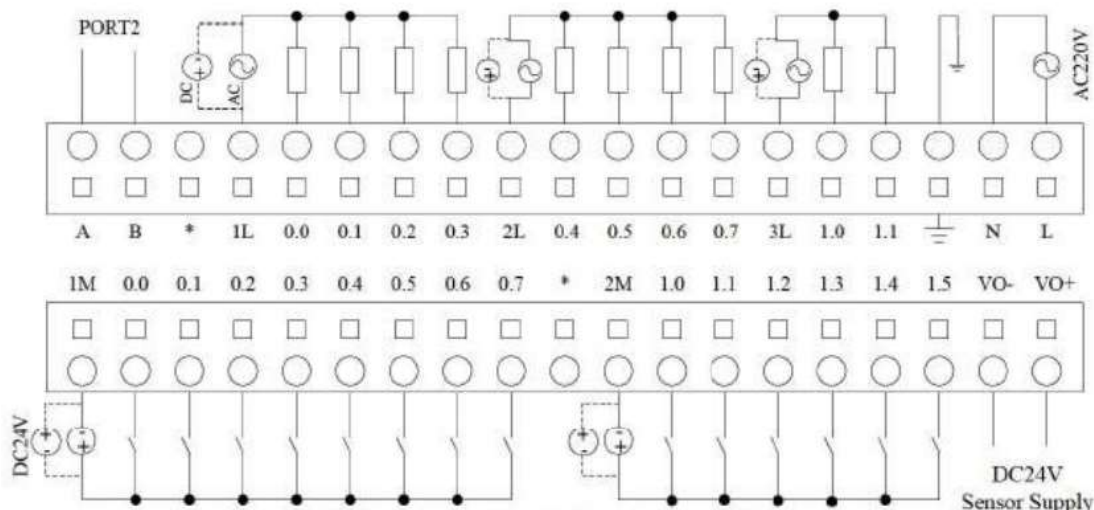


Рисунок 1.3 – Діаграма підключення ПЛК Kinco K-506-24AR

В табл. 1.3 та табл. 1.4 відповідно представлено специфікації цифрових входів ПЛК та цифрових (транзисторних) виходів ПЛК.

Таблиця 1.3 – Специфікація цифрових входів Kinco K-506-24AR

Параметр	Значення
Тип входу	Джерело/виток
Номінальна вхідна напруга	24 В постійного струму
Номінальний вхідний струм	3,5 мА
Максимальна вхідна напруга при логічному «0»	5 В, 0,7 мА
Мінімальна вхідна напруга при логічній «1»	Загальні канали – 11 В, 2 мА; Канали високошвидкісних лічильників (ВШЛ) – 18 В, 2,5 мА
Час вхідної затримки	
Перехід із ВМИК в ВМИК	Загальні канали – 12 мкс; канали ВШЛ – 8 мкс;
Перехід із ВМИК в ВИМК	Загальні канали – 40 мкс; канали ВШЛ – 12 мкс.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.141.226213.ПЗ

Арк.

19

Продовження табл. 1.3

Параметр	Значення
Ізоляція між вхідними та внутрішніми колами	Опто-електрична ізоляція; 500 В змінного струму протягом 1 хв
Режим ізоляції	
Випробувальна напруга	
Індикатор статусу	Зелений світлодіод

Таблиця 1.4 – Специфікації цифрових (транзисторних) виходів Kinco K-506-24AR

Параметр	Значення
Тип виходу	Джерело
Номінальна напруга живлення	24 В постійного струму
Захист від зворотної полярності	Є
Номінальна вихідна напруга	24 В постійного струму
Вихідний струм на один канал	Не більше 500 мА
Струм витoku	Не більше 0,5 мкА
Вихідний опір	Не більше 0,2 Ом
Вихідна затримка	0,3...5 мкс; 5 мкс.
ВИМК/ВМИК	
ВМИК/ВИМК	
Ізоляція між вихідними та внутрішніми колами:	Опто-електрична ізоляція; 500 В змінного струму протягом 1 хв
Режим	
Випробувальна напруга	
Захист від зворотного напрямку живлення	Є
Захист індуктивного навантаження	Є
Захист від короткого замикання	Є

Закінчення табл. 1.4

Параметр	Значення
Захист від зворотної полярності вихідної напруги	Є
Паралельне з'єднання виходів	Є
Індикатор статусу	Зелений світлодіод

1.2 Програмне середовище KincoBuilder основні відомості та функціональні можливості

IEC61131-3 є глобальним стандартом промислового програмування. Його технічні перспективи високі, проте залишають достатньо місця для зростання та диференціації. Використання різними користувачами для програмування і керування промисловими процесами стандартних інтерфейсів програмування значно спрощує і прискорює процес створення систем автоматизації. IEC 61131-3 є незалежним стандартом, він має великий вплив у промисловій сфері керування, і сприймається як орієнтир більшістю виробників ПЛК.

Kinco Builder це програмне забезпечення для програмування серії мікро-ПЛК Kinco-K5, це зручна та високоефективна система розробки з вбудованими потужними функціями.

Kinco Builder узгоджується із стандартом IEC 61131-3 та розробляється самостійно компанією Kinco з урахуванням таких особливостей:

- забезпечено підтримку двох стандартних мов програмування, тобто IL (Instruction List) та LD (Ladder Diagram);
- містить потужний набір команд, вбудованих стандартних функцій, функціональних блоків та інших спеціальних інструкцій;
- забезпечено підтримку структурного програмування;
- здійснено підтримку переривань;
- організовано підтримку підпрограми;
- забезпечено підтримку прямого та символічного представлення змінних,

що дає можливість легко розвивати та керувати проектом користувача

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Kinco Builder дає користувачу можливість гнучко конфігурувати обладнання та визначати всі види параметрів обладнання.

Середовище Kinco Builder гарантовано встановлюється та запускається на персональному комп'ютері, якщо його апаратна і програмна частина відповідає наступним мінімальним вимогам [3]:

- процесор частотою 1 ГГц або вище;
- не менше ніж 20 МБ вільного простору на жорсткому диску;
- об'єм оперативної пам'яті – 512 МБ і більше;
- наявні клавіатура, миша та послідовний порт COM;
- монітор з роздільною здатністю 1024x768 або більше;
- операційна система починаючи із Windows XP і більш нові версії.

На рис. 1.4 показано вікно графічного інтерфейсу програмного середовища Kinco Builder.

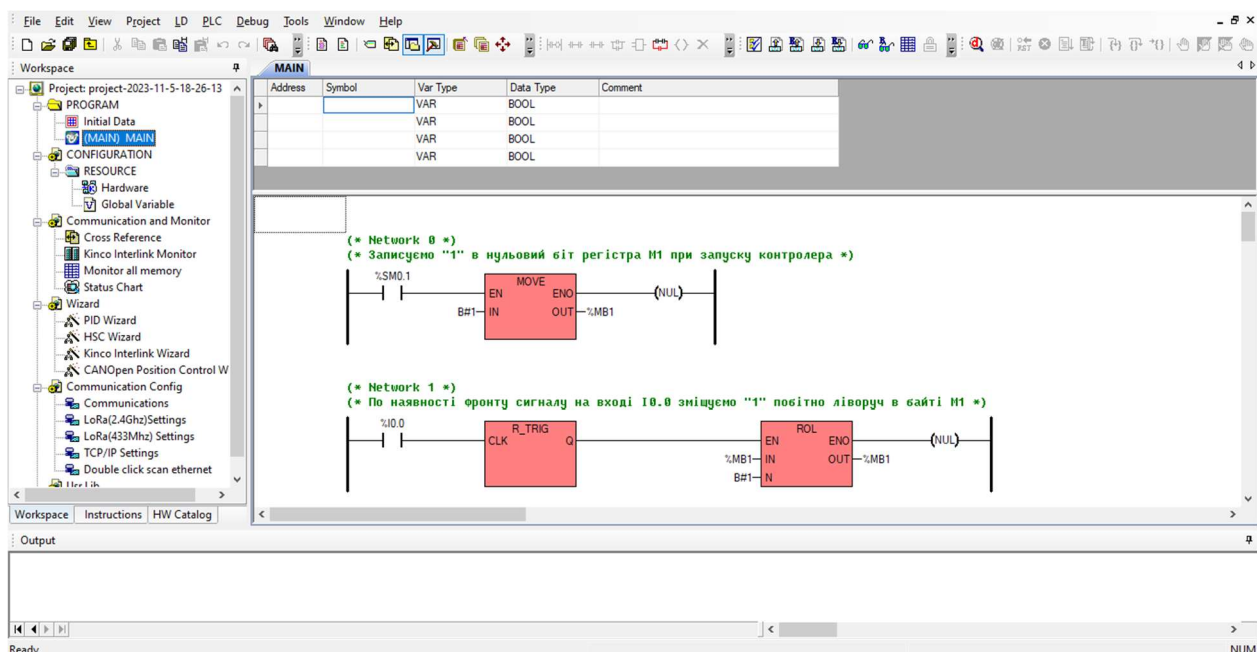


Рисунок 1.4 – Вікно графічного інтерфейсу програмного середовища Kinco Builder 8.3

Користувачський інтерфейс, який представлено на рис. 1.4 використовує стандартні функції інтерфейсу Windows разом із деякими додатковими функціями.

Рядок головного меню, який розташовано у верхній частині вікна містить всі команди керування в Kinco Builder. Панель інструментів забезпечує легкий доступ за допомогою миші до найбільш часто вживаних команд при роботі. Рядок статусу надає інформацію про стан та операції, які обирає користувач. Вікно «Workspace» є диспетчером вікон, який представляє структуру проекту в вигляді дерева. Має декілька вкладок – Workspace, Instructions, HW catalog. У вкладці Workspace відображено структуру проекту для розуміння взаємозв'язків та пошуку всіх елементів проекту. Вкладка Instructions містить набір усіх команд на мові LD. На вкладці HW catalog виконується вибір апаратного забезпечення (ПЛК і модулів розширення) і додавання його в проект для реалізації необхідних алгоритмів керування. Центральна частина вікна – редактор, який містить в собі таблиці змінних та безпосередньо редактор програми. Нижню частину інтерфейсу займає вікно «Output». Це вікно виводу і воно відображає інформацію декількох типів. Обравши відповідну вкладку знизу вікна, можна, наприклад, переглянути інформацію про актуальну компіляцію проекту або деяку інформацію про останню операцію.

При програмуванні ПЛК під конкретну задачу необхідно налаштувати контролери, що використовується в системі керування, визначити символічні змінні, описати всі види ROU. За допомогою Kinco Builder всі ці дані організовуються в структуру проекту користувача. Сукупність компонентів проекту зручно представити у вигляді табл. 1.5.

Компоненти проекту, які позначаються як необов'язкові, можуть бути проігноровані розробником в разі потреби.

Модуль ЦП виконує ряд задач неперервно та циклічно цей процес називається скануванням. Лише основна програма та переривання виконуються безпосередньо в модулі ЦП. Основна програма виконується один раз за цикл сканування, програма обробки переривань – стільки раз, скільки відбувається подій переривань. Модуль ЦП виконує задачі в циклі сканування у послідовності, яку показано на рис. 1.5.

						7.141.226213.ПЗ	Арк.
							23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 1.5 – Компоненти проекту

Програма	Початкові дані (необов'язково)	Користувач може призначити початкові чисельні значення BYTE, WORD, DWORD, INT, DINT та реальні змінні у V області. Модуль ЦП обробляє вихідні дані при увімкненні живлення, а потім починає цикл сканування
	Основна програма	Виконання користувацької програми. Модуль ЦП виконує її один раз за цикл сканування. В проекті існує лише одна основна програма
	Порядок переривань (необов'язково)	Переривання, які використовуються для обробки певних подій переривань. Вони не викликаються основною програмою, а виконуються по завчасно закладеним подіям переривань. Модуль ЦП виконує цю процедуру при кожному перериванні. Проект може містити не більше 16 переривань.
	Підпрограми (необов'язково)	Підпрограми можуть виконуватися тільки тоді, коли вони викликаються основною програмою чи процедурою переривання. Підпрограми можуть бути корисними для кращого структурування програми користувача. Вони можуть використовуватися повторно. В підпрограмах можуть використовуватися параметри вводу/виводу. Проект допускає наявності не більше 16 підпрограм

Закінчення табл. 1.5

Конфігурація	Апаратне забезпечення	Тут налаштовуються модулі Kinco K-5, які використовуються в системі керування, в тому числі їх адреси, параметри, функції і т.п. Модуль ЦП обробляє конфігурацію обладнання одноразово при вмиканні і далі виконує інші задачі
	Глобальні змінні (необов'язково)	Тут можна задавати глобальні змінні, які необхідні в проекті



Рисунок 1.5. Цикл сканування

На рис. 1.5. під діагностикою розуміють перевірку правильності роботи модуля ЦП, областей пам'яті та стану модулів розширення. Зчитування входів – зчитування ПЛК всіх фізичних вхідних каналів і запис отриманих значень в областях вхідного відображення. Виконання основної програми – виконання модулем ЦП команд основної програми і оновлення областей пам'яті. Запит зв'язку – обробка запитів зв'язку. Запис виходів – запис значень, які зберігаються в області виводу на фізичні вихідні канали.

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

1.3 Висновки до розділу

Програмований логічний контролер Kinco K-506-24AR належить до серії мікро-ПЛК, має 14 цифрових входів та 10 цифрових виходів і призначений для організації систем керування невеликими технологічними процесами або окремими виконавчими механізмами. Архітектура ПЛК дозволяє використовувати разом із основним модулем ЦП до 10 модулів розширення, які можуть бути як суто розширюючими комутаційні властивості ПЛК (збільшуючи кількість його входів/виходів), так і функціональними модулями, тобто такими, що розширюють спектр функцій основного модуля ЦП.

Для конфігурування системи керування на базі мікро-ПЛК Kinco K-506-24AR використовується програмне середовище Kinco Builder, яке надає розробнику широкий і гнучкий функціонал зі створення алгоритмів керування різними технологічними процесами засобами стандартних мов промислового програмування ПЛК LD.

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ КЕРУВАННЯ. ОСНОВНІ МОЖЛИВОСТІ, ФУНКЦІЇ КЕРУВАННЯ. АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТОМ

2.1 Інвертор Hitachi SJ100 як об'єкт керування



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд інвертора Hitachi SJ100

На рис. 2.1 представлено зовнішній вигляд інвертора Hitachi SJ100.

Представлений інверторний електропривод в своїй структурі має сучасні схеми та компоненти, що дає змогу забезпечити високу продуктивність. Площа корпусу надзвичайно мала, враховуючи розмір відповідного двигуна.

Лінійка продуктів Hitachi SJ100 включає більш ніж 10 моделей інверторів для двигунів потужністю від 0,2 кВт до 7,5 кВт у версіях із живленням напругою 230 або 460 В змінного струму.

Основними особливостями серії інверторів є:

- клас напруги 200В і 400В
- доступна версія UL або CE
- безсенсорне векторне управління

						7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			27

- контур рекуперативного гальмування
- зручна клавіатура для налаштування параметрів
- вбудований інтерфейс зв'язку RS-422 для конфігурування з ПК і для роботи із зовнішніми модулями за рахунок шини даних.
- шістнадцять програмованих рівнів швидкості
- програмування параметрів двигуна вручну, або за допомогою автоматичного налаштування
- ПІД-контроль автоматично регулює швидкість двигуна для підтримки значення змінної процесу

Конструкція інверторів Hitachi долає багато традиційних компромісів між швидкістю, крутним моментом і ефективністю.

- експлуатаційні характеристики:
- високий пусковий крутний момент 200% або більше
- безперервна робота при 100% крутному моменті в діапазоні швидкості 1:10 (6/60 Гц / 5/50 Гц) без зниження номінальних характеристик двигуна
- вентилятор має можливість увімкнути/вимкнути, щоб продовжити термін служби вентилятора охолодження (на моделях із вентилятором) [4].

В якості об'єкта керування в роботі використовується інвертор Hitachi SJ100-007NFE. Нижче наведемо його основні технічні параметри.

- Відповідна потужність двигуна – 0,75 кВт;
- Повна номінальна потужність – 1,5 кВА;
- Номінальна вхідна напруга – однофазна змінна напруга 200...240 В;
- Номінальний вхідний струм – 9 А;
- Номінальна вихідна напруга – трифазна змінна напруга 200...240 В;
- Номінальний вихідний струм – 4 А;
- Коефіцієнт корисної дії при номінальному навантаженні – 94,1%;
- Приблизні втрати потужності:
при 70% від номінального навантаження – 31 Вт;
при 100% від номінального навантаження – 41 Вт;

						<i>7.141.226213.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			28

- Пусковий момент – 200% від номінального моменту і більше;
- Гальмівний момент при динамічному гальмуванні:
без гальмівного резистора – 100% від номінального моменту;
з гальмівним резистором – 150% від номінального моменту;
- Гальмування постійним струмом – зі зміною робочої частоти, часу та сили гальмування;
- Вага – 1,3 кг.

2.2 Основні можливості та функції керування

Основні параметри для серії перетворювачів SJ100 наведено нижче.

Ступінь захисту – IP20;

Метод створення вихідного сигналу – широтно-імпульсна модуляція;

Вихідна частота – 0,5 Гц...360 Гц;

Точність частоти – цифрові команди: 0,01% максимальної частоти;
аналогові команди: 0,1% максимальної частоти;

Роздільна здатність налаштування частоти – цифрове завдання – 0,1 Гц;
аналогове завдання – 0,1% від максимальної частоти;

Характер співвідношення напруги і частоти - $U/f = var$, $U/f = const$
(постійний крутний момент, знижений крутний момент), безсенсорне векторне керування;

Номінальний струм перевантаження – 150% протягом 1 хв;

Час прискорення/гальмування – 0,1...3000 с (прискорення лінійне);

Встановлення частоти – з панелі оператора, потенціометром, зовнішніми сигналами;

Керування пуском, зупинкою і реверсом двигуна – з панелі оператора, за зовнішніми сигналами;

Функції інтелектуальних входів – FW (пуск в прямому напрямку), RV (пуск в зворотному напрямку), CF1-CF4 (багатоступеневе налаштування швидкості), JG (команда «біг підтюпцем»), 2CH (команда налаштування прискорення/уповільнення на другому рівні), FRS (команда зупинки «на

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибігу»), EXT (внутрішня поїздка), USP (функція запуску), SFT (замок), AT (сигнал вибору аналогового струмового входу), RS (скидання), PTC (тепловий захист), DB (команда зовнішнього електричного гальма), SET (вибір другого параметра), UP (дистанційне керування прискоренням), DWN (дистанційне керування уповільненням);

Функції інтелектуальних виходів – RUN (сигнал статусу руху), FA1,2 (сигнал частоти), OL (сигнал попередження про перевантаження), OD (сигнал похибки відхилення ПІД), AL (аварійний сигнал);

Функції монітору частоти – ШІМ – вихід, аналоговий вихід монітору частоти, аналоговий монітор вихідного струму, цифровий монітор вихідної частоти;

Аварійний вихідний контакт – нормально замкнений або нормально розімкнений контакт, який змінює свій стан при аварії в електроприводі;

Функції захисту - від підвищеного струму, від підвищеної напруги, від низької напруги, від перевантаження, від екстремально високих та низьких температур, від помилки ЦПУ, від помилки пам'яті, від обриву заземлення під час запуску, від помилки внутрішніх з'єднань, електронний тепловий захист, помилка СТ [4].

Максимально допустимий вихідний струм інвертора обмежений несучою частотою та температурою навколишнього середовища.

Несуча частота — це внутрішня частота перемикання потужності інвертора, яку можна встановити в діапазоні від 0,5 кГц до 16 кГц. Вибір вищої несучої частоти має тенденцію до зменшення звукового шуму, але також збільшує внутрішній нагрів інвертора, таким чином зменшуючи (понижуючи) максимальну вихідну потужність.

Температура навколишнього середовища – це температура ззовні корпусу інвертора, наприклад, усередині шафи керування, де встановлено інвертор. Вища температура навколишнього середовища зменшує максимальну вихідну потужність.

						7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			30

На рис. 2.2 показано криві зниження максимально допустимого вихідного струму для інвертора Hitachi SJ100-007NFE в залежності від несучої частоти. При цьому суцільною лінією позначено стандартні показники при 40°C, пунктирною лінією – показники при 50°C з видаленою верхньою кришкою, штрих-пунктирною – показники при 55°C з видаленою верхньою кришкою.

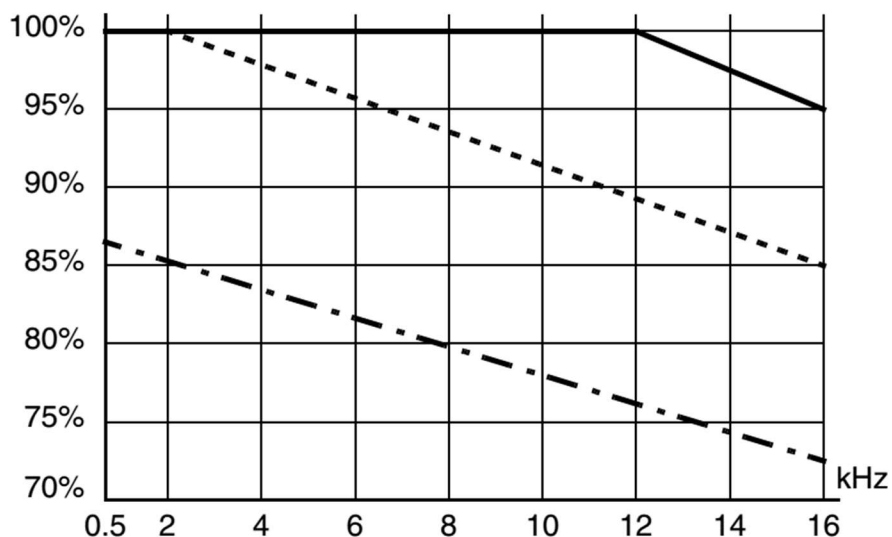


Рисунок 2.2 – Криві зниження максимальної потужності для інвертора Hitachi SJ100-007NFE в залежності від несучої частоти

При виборі раціональної несучої частоти необхідно використовувати наведені на рис. 2.2 графіки.

Налаштування параметрів приводу може здійснюватися способами і пристроями, вказаними в табл. 2.1.

Кожна функція або програмований параметр доступні з клавіатури. Інші способи налаштування імітують розкладку клавіатури та доступ до інвертора, додаючи ще один аспект до системи. Наприклад, блок копіювання може передавати налаштування параметрів одного інвертора на інший інвертор, забезпечуючи при цьому стандартне керування з клавіатури оператора. Таким чином, користувач може використовувати різноманітні пристрої для програмування з практично однаковими функціями клавіатури.

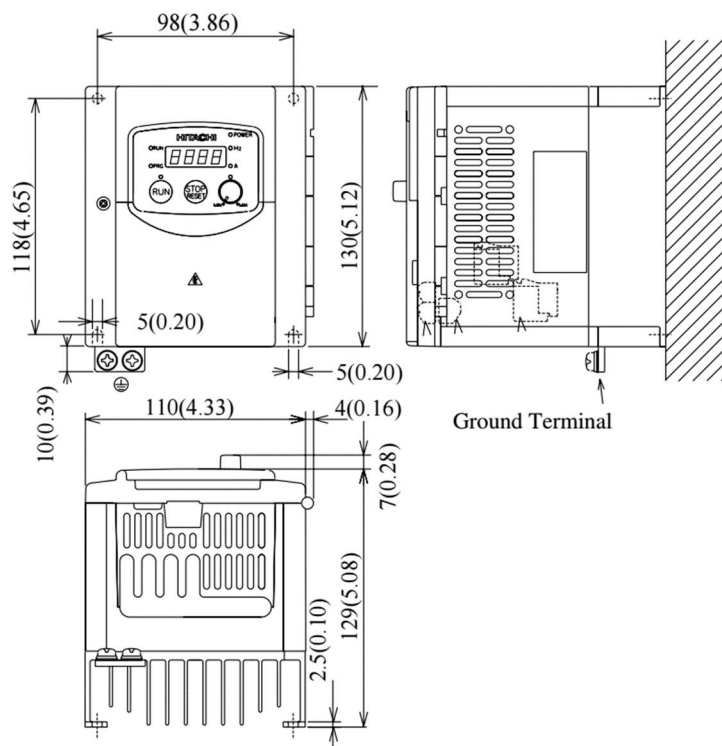


Рисунок 2.3 – Зовнішні та установчі розміри перетворювача
Hitachi SJ100-007HFE

На рис. 2.3 показано зовнішні розміри інвертора.

Таблиця 2.1 – Способи і пристрої налаштування перетворювача

Пристрій	Доступ до параметрів	Місце зберігання параметрів
Клавіатура інвертора	Контроль і програмування	Пам'ять EEPROM інвертора
DOP Professional Software	Контроль і програмування	Жорсткий диск персонального комп'ютера
Цифровий оператор (копіювальний пристрій)	Контроль і програмування	Пам'ять EEPROM копіювального пристрою
Монітор оператора	Лише контроль	Немає в моніторі оператора

На рис. 2.4 показано зовнішній вигляд панелі керування інвертором. Пуск/Стоп світлодіод увімкнено, коли вихід інвертора увімкнено і електричний двигун розвиває обертовий момент (режим «Пуск») і вимкнено, коли інвертор перебуває в режимі «Стоп». Індикатор режиму контролю/програмування світиться, коли інвертор готовий до редагування параметрів (режим програмування). В режимі контролю світлодіод не горить.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд і призначення елементів панелі керування інвертором

Індикатор доступності кнопки «Пуск» горить тоді, коли перетворювач очікує відповіді кнопки «Пуск». Натискання кнопки пуск переводить перетворювач в режим «Пуск». Натискання кнопки «Стоп/Скидання» переводить інвертор в режим «Стоп». Також ця кнопка може скидати аварійні попередження, які можуть бути зафіксовані в процесі роботи. Потенціометр використовується оператором для безпосереднього встановлення швидкості привода, коли введення інформації з потенціометра програмно активовано відповідною функцією, про що свідчить світлодіод доступності потенціометра. Дисплей параметрів являє собою чотирьох-значний семисегментний індикатор для відображення параметрів та функціональних кодів. Індикатор відображених одиниць виміру вмикається тоді, коли на дисплеї відображається величина струму в Амперах (горить світлодіод «А»), або частоти в Герцах (горить світлодіод «Hz»). Функціональна клавіша

використовується для навігації між списками параметрів і функцій для встановлення і контролю параметрів величин. Кнопки «Вверх/Вниз» використовуються для переміщення списками функцій або параметрів відповідно вгору, або вниз. Натискання на кнопку збереження налаштувань записує нові значення в пам'ять EEPROM інвертора.

Докладний перелік функцій налаштування та контролю наведено у відповідних розділах [4]. Також там є інформація про параметри встановлені для перетворювача по замовчуванню.

2.3 Алгоритм керування об'єктом

Технічне завдання на побудову системи керування виконавчим частотно-регульованим асинхронним електроприводом.

Апаратна частина. Система керування будується на основі мікро-ПЛК Kinco K-506-24AR.

Частотний перетворювач – Hitachi SJ100-007HFE.

Виконавчий двигун – асинхронний двигун типу 4AAM63A4.

Опис роботи. По натисненню на кнопку «Вперед» електропривод починає рух вперед, плавно розганяючись, до номінальної швидкості за час $t_{розгон}$. По сигналу від шляхового перемикача швидкість електроприводу поступово зменшується до швидкості $0,25n_{ном}$ за час $t_{гальм}$. По отриманню сигналу від кінцевого вимикача, електропривод зупиняється за час $t_{зуп}$, кнопка «Вперед» блокується. Натискання кнопки «Назад» запускає алгоритм в тому ж порядку, однак двигун обертається в зворотньому напрямку. Натискання кнопки «Стоп» зупиняє електропривод в будь-якому проміжному положенні.

2.4 Висновки до розділу

В якості об'єкту керування в даній роботі виступає частотно-регульований асинхронний електропривод на базі перетворювача частоти Hitachi серії SJ100. Цей перетворювач дає можливість забезпечити високу продуктивність

						7.141.226213.ПЗ	Арк.
							34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

електроприводу та суттєву економію електричної енергії засобами одного лише електроприводу.

Інвертори серії SJ100 дозволяють виконувати скалярне частотне керування електричними двигунами, керування із підтриманням сталого максимального моменту, а також безсенсорне векторне керування, що використовується в електроприводах з високими вимогами стосовно точності регулювання швидкості обертання.

Hitachi SJ100-007HFE має інтелектуальні входи, що дозволяє виконувати зовнішнє керування частотним перетворювачем за допомогою мікро-ПЛК, гнучко інтегруючи його в більш складні системи керування технологічними процесами.

З урахуванням комунікаційних та функціональних можливостей частотного перетворювача складено технічне завдання на створення алгоритму керування інвертором засобами ПЛК з метою дистанційного керування виконавчим електроприводом.

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

3.1 Структурна схема електроприводу

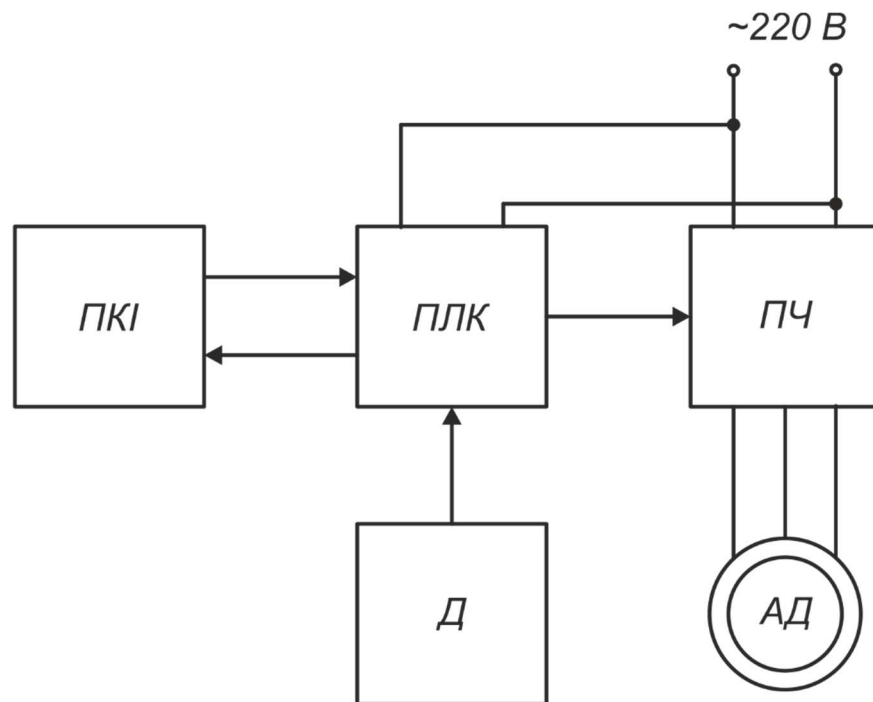


Рисунок 3.1 – Структурна схема електроприводу

На рис. 3.1 представлено структурну схему електропривода. До схеми входять: ПКІ – пульт керування та інформування; ПЛК – програмований логічний контролер; ПЧ – перетворювач частоти; Д – датчики; АД – асинхронний виконавчий двигун. Схему, представлену на рис. 3.1 можна розділити на дві частини – силову та інформаційно-керуючу. До першої входять асинхронний двигун із перетворювачем частоти; до другої – пульт керування, програмований логічний контролер та датчики. Живлення обох частин схеми здійснюється від однофазної мережі змінного струму напругою 220 В. Апаратуру захисту та комутаційну апаратуру на структурній схемі не показано.

Пульт керування та інформування являє собою панель, з винесеними на неї командними кнопками «Вперед», «Назад» та «Стоп». Інформація про поточний напрямок руху електропривода відображається на панелі керування за допомогою різнокольорових сигнальних ламп. Рух вперед та назад

						7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			36

позначається сигнальними лампами червоного кольору, розташованими над відповідними кнопками. Над командною кнопкою «Стоп» розміщується сигнальна лампа зеленого кольору, яка загоряється, коли електропривод зупинено.

Блок ПЛК являє собою програмований логічний контролер Kinco K-506-24AR.

В якості перетворювача частоти в даному електроприводі використовується інвертор Hitachi SJ100-007HFE.

Тип асинхронного двигуна застосованого в приводі - 4AAM63A4.

На рис. 3.1 блок Д – датчики положення виконавчого механізму. В структурі системи таких датчиків міститься 4 штуки – два датчика, аналогічні за своєю дією кінцевому вимикачу; і два датчика, які працюють як шляхові перемикачі. В якості всіх чотирьох датчиків використовується індуктивний датчик типу IA18DSN08PO. Датчики такого типу призначені для безконтактного контролю положення предметів, які виготовлені з електро-і/або магнітопровідних матеріалів. Являють собою безконтактний вимикач, який не містить рухомих деталей і є нечутливим до впливі оточуючого середовища.

Оператор, який керує електроприводом натискаючи відповідні кнопки на пульті керування, дає програмованому логічному контролеру наказ на відпрацювання відповідної підпрограми, завчасно завантаженої в його пам'ять. У відповідності до обраної підпрограми контролер формує на відповідному логічному вході перетворювача частоти сигнал на початок розгону електроприводу, у напрямку, який попередньо налаштовано у перетворювачі. Сигнал від шляхового датчика сприймається контролером і після його опрацювання останній формує сигнал на відповідному вході перетворювача на зниження швидкості приводу. Коли робочий орган електроприводу наближається до позиції, відміченої датчиком кінцевого положення, програмований логічний контролер формує сигнал на вході перетворювача частоти на початок гальмування електроприводу.

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Принципова схема електроприводу та опис її роботи

На рис. 3.2 показано принципову схему електроприводу

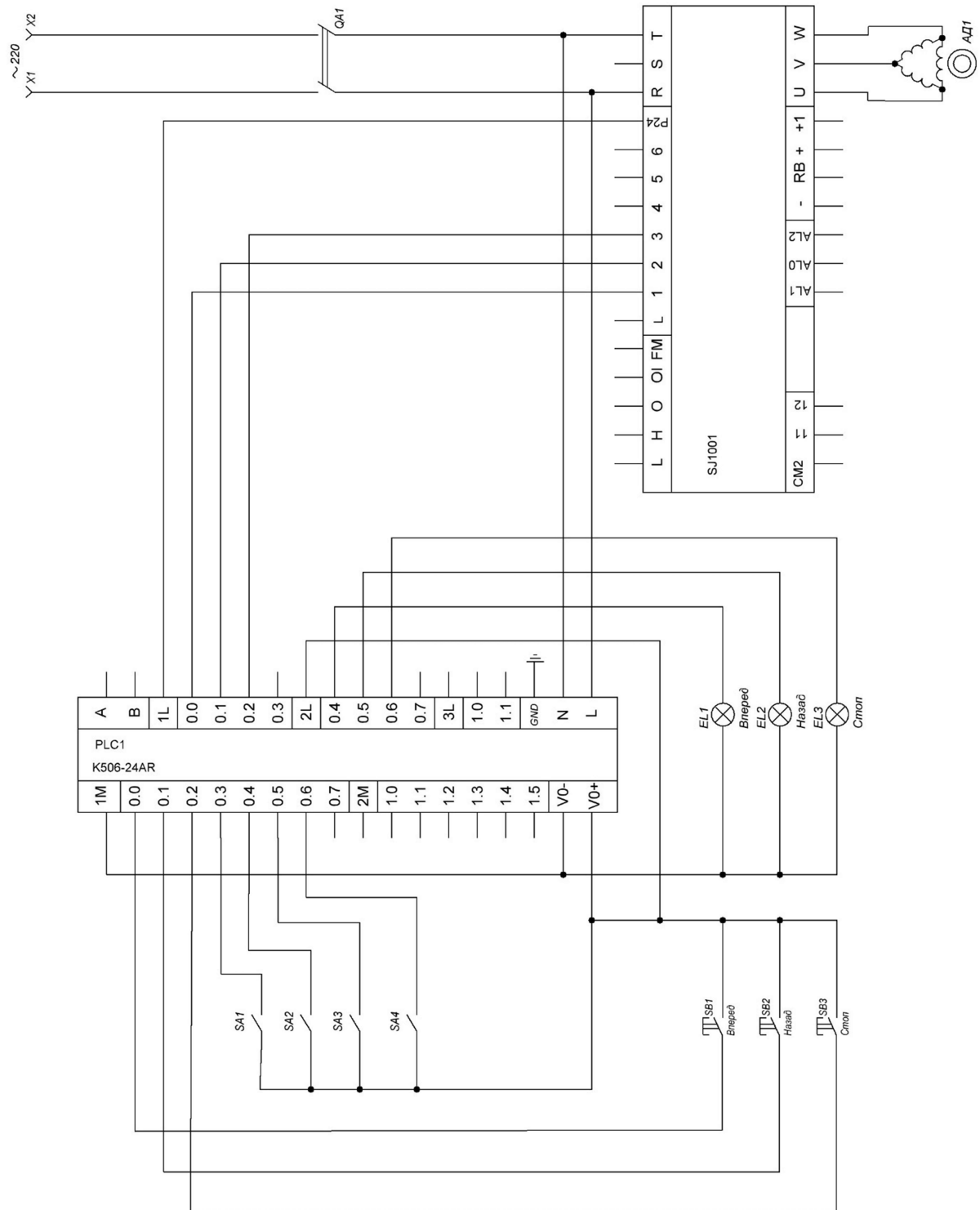


Рисунок 3.2 – Принципова схема електроприводу

Перелік основних елементів принципової схеми представимо у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Перелік елементів принципової схеми електропривода

Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
AD1	Асинхронний двигун 4ААМ63А4	1	
EL1	Сигнальна лампа «Рух вперед»	1	Червона
EL2	Сигнальна лампа «Рух назад»	1	Червона
EL3	Сигнальна лампа «Стоп»	1	Зелена
PLC1	ПЛК Kinco К-506-24AR	1	
QA1	Автоматичний вимикач	1	
SA1	Датчик крайнього положення при русі вперед	1	
SA2	Датчик крайнього положення при русі назад	1	
SA3	Датчик положення початку гальмування при русі вперед	1	
SA4	Датчик положення початку гальмування при русі назад	1	
SB1	Командна кнопка «Рух вперед»	1	
SB2	Командна кнопка «Рух назад»	1	
SB3	Командна кнопка «Стоп»	1	
SJ100	Інвертор Hitachi SJ100-007HFE	1	
X1	Клема L силового роз'єму	1	
X2	Клема N силового роз'єму	1	

Відповідно до представленої на рис. 3.2 принципової схеми складемо таблицю розподілу адрес для програмованого логічного контролера та інвертора. Названий розподіл представимо в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Таблиця розподілу адрес

Пристрій	Адреса
ПЛК Kinco K-506-24AR	
Командна кнопка «Рух вперед»	I0.0
Командна кнопка «Рух назад»	I0.1
Командна кнопка «Стоп»	I0.2
Датчик крайнього положення при русі вперед	I0.3
Датчик крайнього положення при русі назад	I0.4
Датчик положення початку гальмування при русі вперед	I0.5
Датчик положення початку гальмування при русі назад	I0.6
Команда руху вперед FW	Q0.0
Команда руху назад RV	Q0.1
Команда встановлення зменшеної швидкості CF3	Q0.2
Сигнальна лампа «Рух вперед»	Q0.4
Сигнальна лампа «Рух назад»	Q0.5
Сигнальна лампа «Стоп»	Q0.6
Інвертор Hitachi SJ100-007HFE	
Команда на початок руху вперед FW	C_01
Команда на початок руху назад RV	C_02
Команда на встановлення зменшеної швидкості CF3	C_03

Живлення системи керування та силової частини електропривода здійснюється від однофазної системи змінного струму напругою 220 В через ввідний двополосний автоматичний вимикач QA1.

При натисканні кнопки SB1 «Рух вперед» на вході I0.0 ПЛК з'являється напруга постійного струму 24 В. Відповідно до програми користувача, яка завантажена в ПЛК, контролер перевіряє стан датчиків положення і при відсутності блокуючих сигналів вмикає вихід Q0.0 і на ньому з'являється 24 В постійного струму. Одночасно із цим контролер вмикає вихід Q0.4, до якого підключено сигнальну лампу EL1 «Рух вперед». Отримавши живлення, лампа

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

починає світитися. Напряга з виходу Q0.0 ПЛК надходить до інтелектуального входу 1 частотного перетворювача. Завдяки попереднім налаштуванням частотного перетворювача він сприймає наявність напруги такої величини на вході 1 як команду на початок руху вперед. Інвертор виконує програму плавного розгону двигуна до номінальної швидкості.

При проходженні виконавчого механізму повз датчик положення початку гальмування при русі вперед SA3 на виході останнього з'являється імпульс напруги 24 В. Цей імпульс подається на вхід I0.5 ПЛК. Наявність фронту імпульсу на вході I0.5 вмикає вихід Q0.2 ПЛК і на інтелектуальний вхід частотного перетворювача 3 подається 24 В постійної напруги. Такий сигнал на 3 вході частотний перетворювач сприймає як команду на зменшення швидкості до $0,25n_{ном}$. Інвертор відпрацьовує програму гальмування до встановленої попередньо швидкості.

Коли виконавчий механізм досягає положення датчика SA1, на виході датчика з'явиться сигнал +24 В постійного струму, який надходить на вхід I0.3 ПЛК. Контролер вмикає виходи Q0.0 і Q0.2 та блокує можливість повторного натискання кнопки SB1. Сигнал +24 В на вході 1 та 3 частотного перетворювача зникає і інвертор переходить в режим зупинки. Виконавчий двигун зупиняється.

При натисканні кнопки SB2 «Рух назад» на вході I0.1 ПЛК з'являється напряга постійного струму 24 В. Відповідно до програми користувача, яка завантажена в ПЛК, контролер перевіряє стан датчиків положення і при відсутності блокуючих сигналів вмикає вихід Q0.1, на якому з'являється 24 В постійного струму. Одночасно із цим контролер вмикає вихід Q0.5, до якого підключено сигнальну лампу EL2 «Рух назад». Отримавши живлення, лампа починає світитися. Напряга з виходу Q0.1 ПЛК надходить до інтелектуального входу 2 частотного перетворювача. Завдяки попереднім налаштуванням частотного перетворювача він сприймає наявність напруги такої величини на вході 2 як команду на початок руху назад. Інвертор виконує програму плавного розгону двигуна до номінальної швидкості.

						7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			41

При проходженні виконавчого механізму повз датчик положення початку гальмування при русі назад SA4 на виході останнього з'являється імпульс напруги 24 В. Цей імпульс подається на вхід І0.6 ПЛК. Наявність фронту імпульсу на вході І0.6 вмикає вихід Q0.2 ПЛК і на інтелектуальний вхід частотного перетворювача 3 подається 24 В постійної напруги. Інвертор відпрацьовує програму гальмування до встановленої попередньо швидкості.

Коли виконавчий механізм досягає положення датчика SA2, на виході датчика з'явиться сигнал +24 В постійного струму, який надходить на вхід І0.4 ПЛК. Контролер вимикає виходи Q0.1 і Q0.2 та блокує можливість повторного натискання кнопки SB2. Сигнал +24 В на вході 2 та 3 частотного перетворювача зникає і інвертор переходить в режим зупинки. Виконавчий двигун зупиняється.

З натисканням кнопки SB3 «Стоп» на вході І0.2 ПЛК з'являється імпульс напруги +24 В. По отриманню цього імпульсу контролер вимикає виходи Q0.0, Q0.1, Q0.2, Q0.4, Q0.5 та вмикає вихід Q0.6, до якого підключено сигнальну лампу EL3 «Стоп». Отримавши живлення лампа починає горіти. За відсутності сигналу на інтелектуальних входах 1 та 2 частотного перетворювача останній знаходиться в режимі зупинки.

Початковий стан системи після запуску еквівалентний натисненню кнопки «Стоп» - горить сигнальна лампа «Стоп», інвертор знаходиться в режимі зупинки.

3.3 Додаткова елементна база

3.3.1 Датчики положення

В якості датчиків положення робочого органу електроприводу використовуються індукційні датчики Carlo Gavazzi IA18DSN08PO, які призначаються для безконтактного контролю положення елементів, виготовлених з електропровідних та магнітопровідних матеріалів.

Характеристики датчиків представимо в табл. 3.3 [5].

									7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						42

Таблиця 3.3 – Характеристики індукційного датчика IA18DSN08PO

Параметр	Значення
Напруга живлення	10...30 В постійного струму
Схема підключення	трьохпровідна
Ступінь захисту	IP67
Температура оточуючого середовища	-25...+70°C
Індикатор стану	LED світлодіод жовтого кольору
Приєднання	Кабель 2 м
Різьба	M18x1x30
Відстань спрацювання	8 мм
Вихід	нормально розімкнений PNP
Максимальна частота	1,5 кГц
Монтаж	відкритий

Зовнішній вигляд датчика показано на рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд індуктивного датчика Carlo Gavazzi IA18DSN08PO

Установчі та габаритні розміри датчика представлено на рис. 3.4 та табл. 3.4.

											7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								43

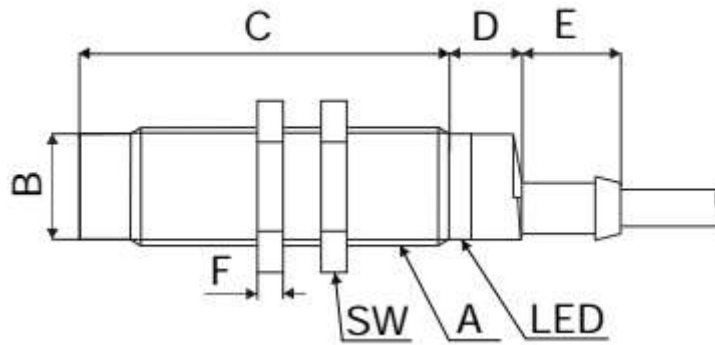


Рисунок 3.4 – Габаритні і установчі розміри датчика Carlo Gavazzi IA18DSN08PO

Таблиця 3.4 – Габаритні і установчі розміри датчика Carlo Gavazzi IA18DSN08PO

A	B	C	D	E	F	SW
	мм	мм	мм	мм	мм	мм
M18x1x30	16,7	38	11,6	15,4	4	24

Схему підключення датчика представлено на рис. 3.5.

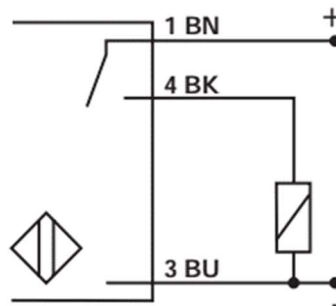


Рисунок 3.5 – Схема підключення датчика Carlo Gavazzi IA18DSN08PO

Індукційні датчики наближення серії IA18xSN08.. мають діаграму визначення, яку представлено на рис. 3.6. Як можна побачити із представленого графіка, датчик має робочий проміжок між об'єктом і передньою частиною 8 мм. При такому проміжку віддаленість об'єкту від центра датчика, при якій датчик буде визначати наявність об'єкта, становить до 10 мм в обидва боки від центральної осі сенсора.

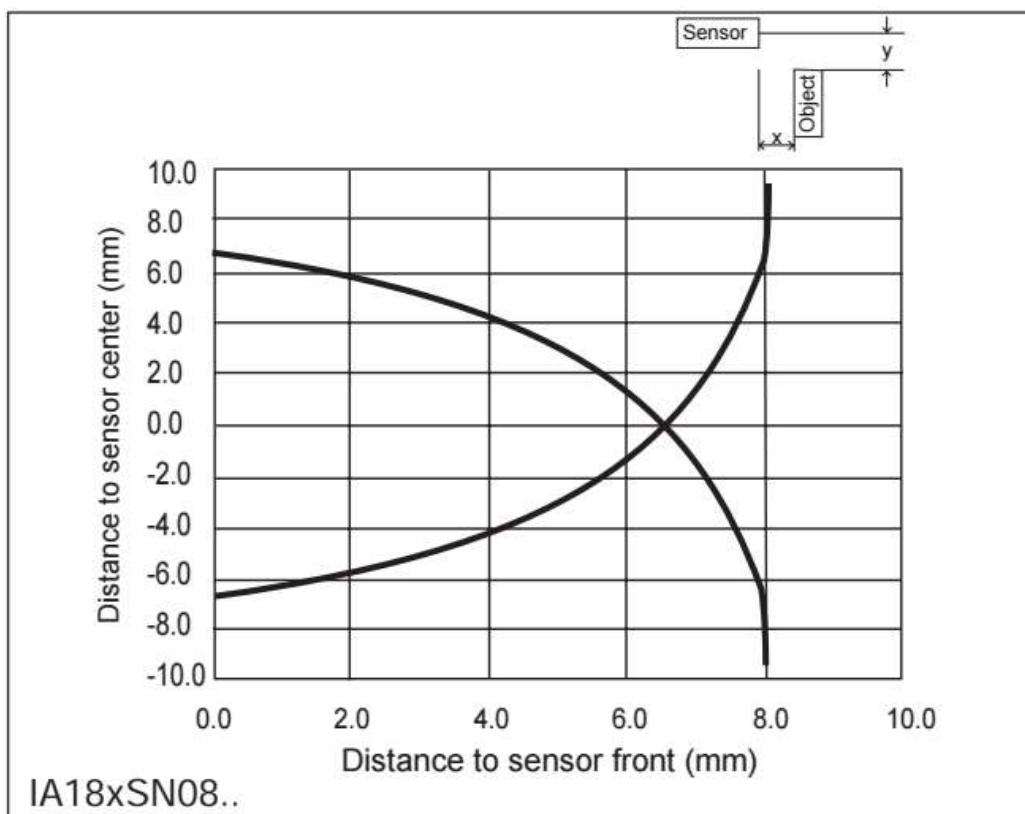


Рисунок 3.6 – Діаграма визначення об'єктів датчиком Carlo Gavazzi IA18DSN08PO

3.3.2 Сигнальні лампи

В якості сигнальних ламп індикації руху та зупинки електропривода використовуються світлодіодні сигнальні лампи типу 195A0351MUC зеленого кольору для індикації режиму «Стоп» та типу 195A0350MUC червоного кольору для індикації режимів «Рух вперед» і «Рух назад». Зовнішній вигляд індикатора представлено на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд сигнальної світлодіодної лампи 195A0351MUC

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Габаритні, установчі розміри та схема підключення сигнальної світлодіодної лампи 195A0351MUC представлено на рис. 3.8.

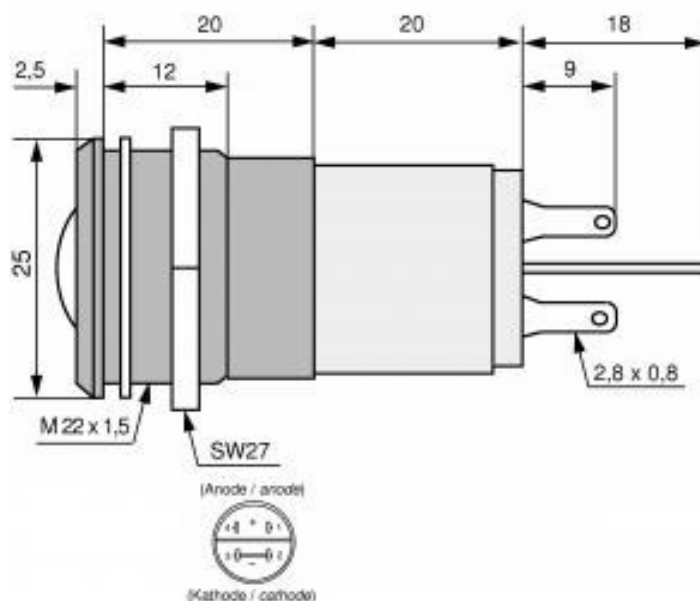


Рисунок 3.8 – Габаритні та установчі розміри сигнальної світлодіодної лампи 195A0351MUC

Основні характеристики сигнальних ламп представлено в табл. 3.5 [5].

Таблиця 3.5 – Основні характеристики сигнальних світлодіодних ламп

Тип	Діаметр випромінювача	Номінальна напруга	Номінальний струм	Колір
	мм	В	мА	
195A0350MUC	16	24 пост.	16	Червоний
195A0351MUC		струму		Зелений

3.3.3 Командні кнопки

В якості кнопок керування використовуються кнопки типорозміру 22 мм фірми Lovato electric типу 8LM2T без фіксації двох кольорів – для пуску чорного; для зупинки червоного [5]. Зовнішній вигляд кнопки показано на рис. 3.9.



Рисунок 3.9 – Зовнішній вигляд кнопки Lovato electric типу 8LM2T

Комплектуються кнопки монтажними металевими пластинами 8LM2T AU120 та нормально розімкненими контактами 8LM2T C10. Зовнішній вигляд монтажної пластини та контакту показано на рис. 3.10 та 3.11.



Рисунок 3.10 – Зовнішній вигляд монтажної пластини Lovato electric 8LM2TAU120



Рис 3.11 – Зовнішній вигляд нормально розімкнутого контакту Lovato electric 8LM2TC10

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

3.4 Висновки до розділу

Розроблено структурну схему розімкненої системи керування асинхронним електроприводом на базі програмованого логічного контролера та частотного перетворювача.

Відповідно до структурної схеми та схем підключення обладнання розроблено принципову схему названої системи керування та описано основні режими її роботи.

Підібрано допоміжні елементи системи керування, які дозволяють реалізувати бажаний алгоритм роботи, наведено основні характеристики датчиків, світло-сигнальної апаратури, кнопок керування. Основні параметри ПЛК та інвертора наведено у попередніх розділах відповідно.

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА КОРИСТУВАЦЬКОЇ ПРОГРАМИ В СЕРЕДОВИЩІ KINCO BUILDER 8.3

4.1 Створення програми користувача для керування електроприводом засобами ПЛК Kinco K-506-24AR

Відповідно до умов технічного завдання (див. розділ 2), а також з урахуванням структурної та принципової схем системи керування (див. розділ 3) створимо програму користувача в середовищі Kinco Builder.

Після відкриття середовища та створення нового проекту на вкладці HW Catalog обираємо модель ПЛК, яку буде використано в проекті - Kinco K-506-24AR. На рис. 4.1. показано вкладку Hardware програми з обраним ПЛК.

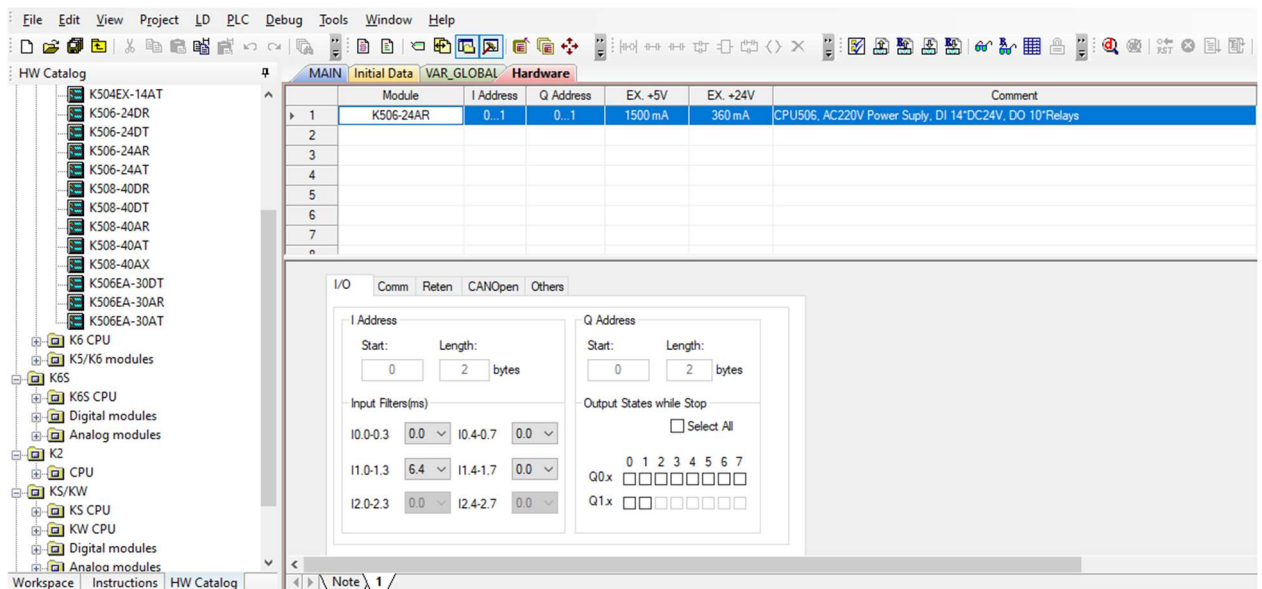


Рисунок 4.1 – Фрагмент вікна Kinco Builder з обраним ПЛК

На рис. 4.1 можна бачити стислу інформацію про застосований ПЛК, а також вкладку із налаштуваннями входів/виходів та протоколів зв'язку контролера.

Першим рядком користувацької команди є конфігурування роботи кнопки «Рух вперед». На рис. 4.2 показано фрагмент програми на мові LD.

Кнопка «Рух вперед» підключена до входу І0.0 ПЛК. По натисканню на неї на виході Q0.0 повинна з'явитися напруга +24 В. Причому необхідно уникнути можливості одночасного увімкнення виходів Q0.0 та Q0.1. З цією

метою встановлюється блокування у вигляді нормально замкненого контакту %Q0.1, який не дасть виконати команду на вмикання виходу Q0.0, якщо працює вихід Q0.1. При неробочому виході Q0.1 та натисканні на кнопку «Рух вперед» виконується команда MOVE – в регістр Q0 записується 1, що призводить до того, що на виході Q0.0 встановлюється +24 В.

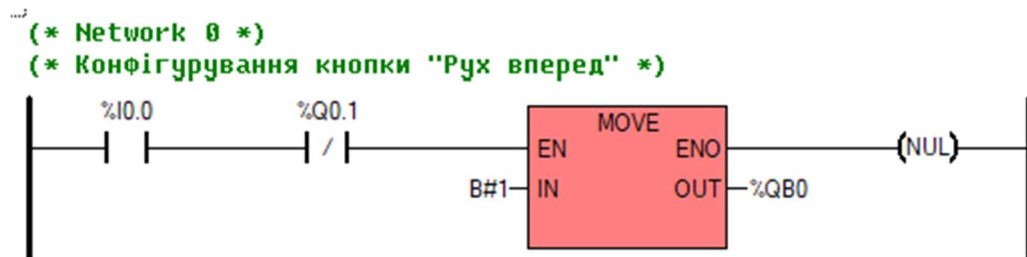


Рисунок 4.2 – Конфігурування роботи кнопки «Рух вперед»

Відповідно до принципової схеми одночасно із вмиканням виходу Q0.0 повинна горіти сигнальна лампа «Рух вперед», яка підключається до виходу Q0.4 ПЛК. На рис. 4.3 показано рядок програми, де конфігурується спрацювання сигнальної лампи EL1.

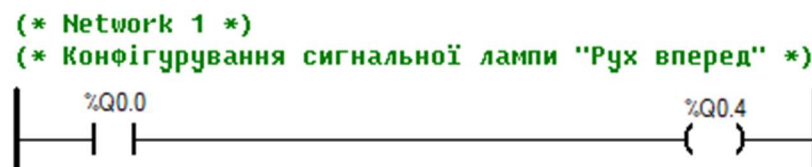


Рисунок 4.3 – Конфігурування роботи сигнальної лампи «Рух вперед»

З рис. 4.3 видно, що при спрацюванні котушки Q0.0 її нормально розімкнений контакт %Q0.0 замкнеться і буде подане живлення на котушку Q0.4. Відповідно на виході Q0.4 ПЛК встановиться +24 В і сигнальна лампа EL1 буде горіти.

При натисканні на кнопку «Рух назад» на виході ПЛК Q0.1 повинен встановитися вихідний сигнал +24 В. При цьому, як було сказано раніше, потрібно врахувати неможливість одночасного спрацювання виходів Q0.0

та Q0.1. На рис. 4.4 показано рядок програми, де конфігурується робота кнопки «Рух назад».

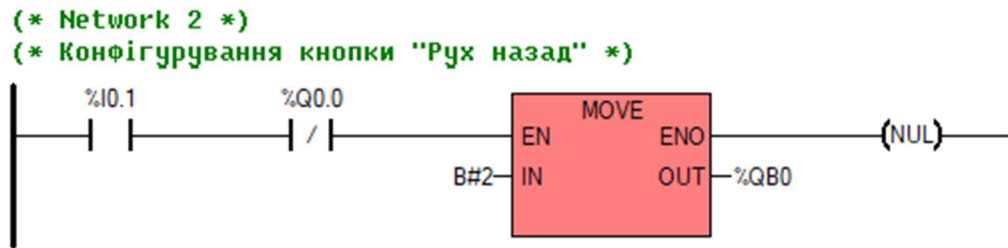


Рисунок 4.4 – Конфігурування роботи кнопки SB2 «Рух назад»

При натисканні кнопки SB2 «Рух назад», яка підключена до входу I0.1, і неробочому виході Q0.0 виконується команда MOVE, яка записує в регістр Q0 число 2. Це призводить до вмикання виходу Q0.1 та встановлення на ньому +24 В.

Аналогічно при увімкненні виходу Q0.1 повинна загоратися сигнальна лампа EL2 «Рух назад». На рис. 4.5 показано налаштування роботи сигнальної лампи «Рух назад».

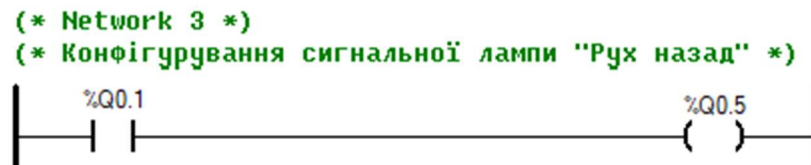


Рисунок 4.5 – Налаштування роботи сигнальної лампи EL2 «Рух назад»

В цілому рис. 4.5 подібний до рис. 4.3, однак, є відмінність – при спрацюванні котушки Q0.1 її нормально розімкнений контакт %Q0.1 подає живлення на котушку % Q0.5. Отже, на виході Q0.5, куди підключена сигнальна лампа EL2, встановиться +24 В і лампа буде горіти.

Командні кнопки SB1 та SB2 мають тригерну дію, тобто вихідний сигнал +24 В на виходах Q0.0 або Q0.1 буде наявний і після відпускання відповідної кнопки.

Скидання стану реєстру виходів Q0 відбувається програмно по натисканню кнопки SB3 «Стоп», або по сигналу від датчика SA1 при русі приводу вперед, або сигналу датчика SA2 при русі назад.

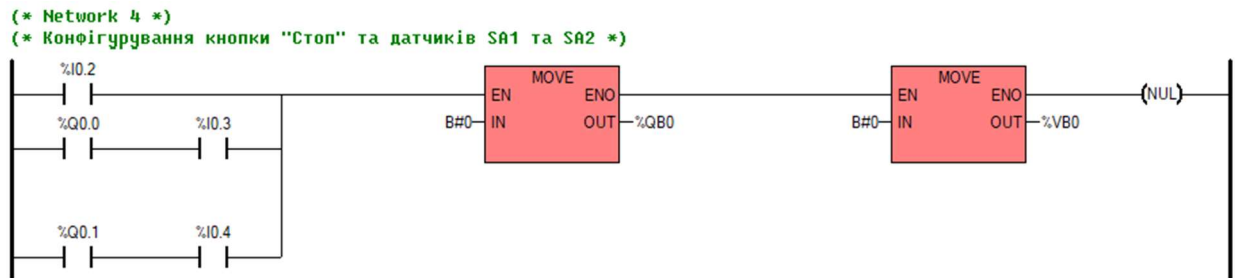


Рисунок 4.6 – Налаштування функції зупинки електроприводу

При натисканні кнопки SB3, яка підключена до входу I0.2 ПЛК замикається нормально розімкнений контакт %I0.2 і двічі виконується команда MOVE – записується 0 в реєстр Q0 (відключаються виходи ПЛК) та записується 0 в реєстр V0, який використовуємо для конфігурування роботи датчиків положення початку гальмування при русі вперед і назад (відмінюється команда на встановлення зниженої швидкості руху, привод готується до наступного пуску).

На рис. 4.6 в лівій частині розміщено три паралельних групи контактів, тобто описаний вище алгоритм скидання реєстрів повториться при замиканні контактів в одній із них.

При русі електропривода вперед контакт %Q0.0 замкнено і при досягненні робочим органом крайнього положення спрацьовує датчик SA1, підключений до входу I0.3, замикається контакт %I0.3 і відбувається скидання реєстрів Q0 та V0. Аналогічно при русі назад замкнено контакт %Q0.1 і при спрацюванні датчика крайнього положення SA2 замкнеться контакт %I0.4 і скидання реєстрів повториться.

Відповідно до технічного завдання індикатором режиму зупинки електроприводу є сигнальна лампа на панелі керування EL3 «Стоп». Вона підключена до виходу Q0.6 ПЛК і її робота налаштовується так, як показано на рис. 4.7.

Як можна побачити з рис. 4.7, котушка %Q0.6 отримує живлення, коли котушки %Q0.0 та %Q0.1 знеструмлені, а їх відповідні нормально замкнуті контакти замкнено.

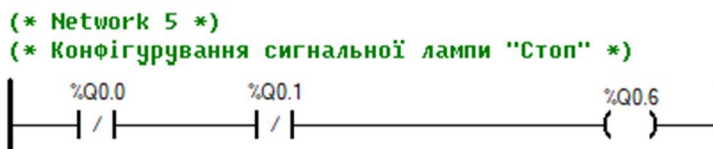


Рисунок 4.7 – Налаштування роботи сигнальної лампи «Стоп»

Відповідно до алгоритму роботи користувацької програми, при натисканні оператором кнопки «Стоп» або спрацюванні одного з двох датчиків SA1 або SA2 виходи Q0.0 та Q0.1 відключаються, відповідні контакти на рис. 4.7 замикаються і на виході Q0.6 встановлюється +24 В сигнальна лампа EL3 «Стоп» горить зеленим кольором. В початковому стані системи сигнальна лампа EL3 також працює.

Зниження швидкості руху вперед електроприводу відбувається при досягненні робочим органом положення датчика SA3, який підключено до входу I0.5 ПЛК. На рис. 4.8 показано конфігурування роботи цього датчика.

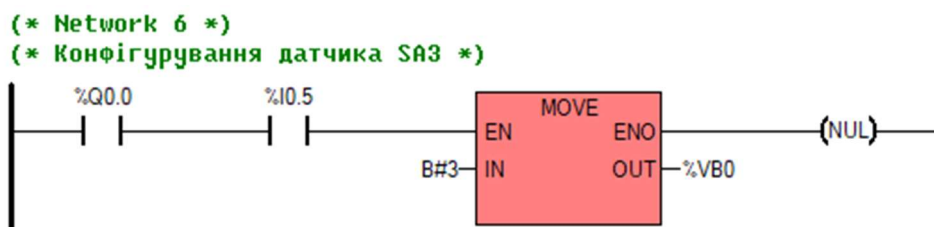


Рисунок 4.8 – Конфігурування роботи датчика SA3

Як видно з рис. 4.8, при замкнених контактах %Q0.0 та %I0.5 виконується команда MOVE і в реєстр V0 записується значення 3, тобто в біті V0.2 вказаного реєстру встановлюється логічна одиниця.

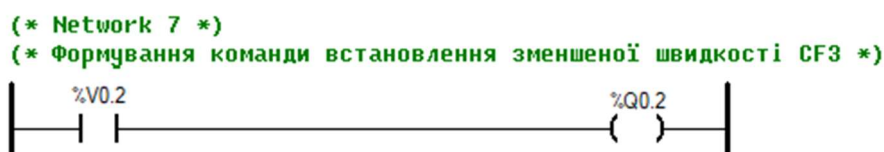


Рисунок 4.9 – Формування команди встановлення зменшеної швидкості

При встановленні в біті V0.2 логічної одиниці нормально розімкнений контакт %V0.2 замикається і котушка %Q0.2 отримує живлення (як показано на рис. 4.9), а на виході Q0.2 ПЛК з'являється сигнал +24 В.

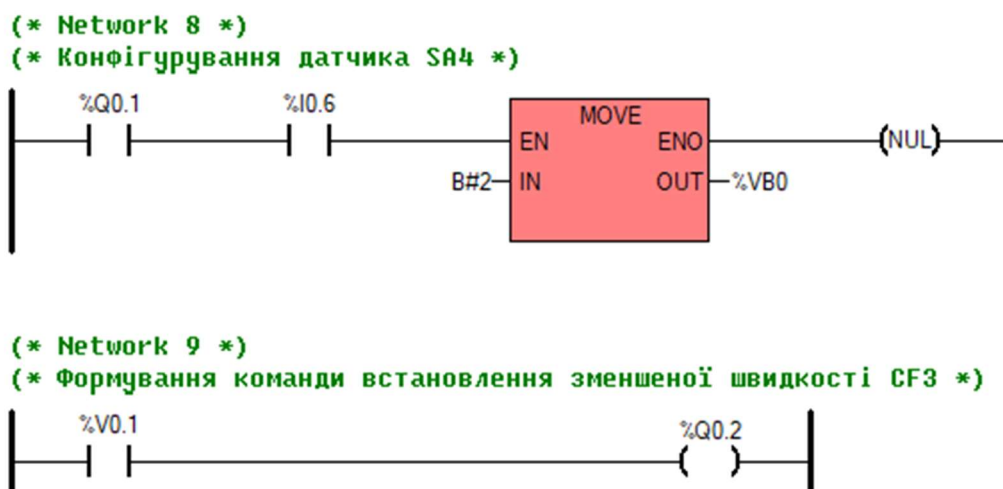


Рисунок 4.10 – Налаштування роботи датчика положення початку зниження швидкості при русі назад

На рис. 4.10 показано як налаштовано роботу датчика SA4, який виступає датчиком положення початку зниження швидкості при русі приводу назад. У порівнянні із попереднім випадком, команда MOVE буде виконана при замкнених контактах %Q0.1 та %I0.6. При цьому в біті V0.1 встановлюється логічна одиниця, замикається відповідний контакт %V0.1 та котушка %Q0.2 отримує живлення, а на виході Q0.2 ПЛК встановлюється +24 В.

Повний лістинг користувацької програми для здійснення керування частотним перетворювачем Hitachi SJ100 засобами ПЛК Kinco K-506-24AR представлено в додатку А.

Середовище розробки Kinco Builder дозволяє виконати емуляцію роботи користувацької програми без завантаження в фізичний ПЛК. Використовуючи функціонал симулятора перевіримо працездатність створеної програми.

На рис. 4.11 показано емуляцію початкового стану системи. Як видно з рисунку, при відсутності вхідних сигналів вихід Q0.6 ПЛК має увімкнений

стан (символ «V» позначає увімкнений стан входу або виходу). Тобто горить сигнальна лампа EL3 «Стоп».

Debug program

Status: Run

Executing: 559 th scan

[Program]: MAIN

[Network]: 9

Goto network:

Execute scans:

I/O channels

	0	1	2	3	4	5	6	7
I0.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I4.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q0.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рисунок 4.11 – Емуляція початкового стану системи

Debug program

Status: Run

Executing: 28631 th scan

[Program]: MAIN

[Network]: 9

Goto network:

Execute scans:

I/O channels

	0	1	2	3	4	5	6	7
I0.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I4.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q0.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рисунок 4.12 – Емуляція натискання кнопки «Рух вперед»

На рис. 4.12 показано реакцію користувацької програми на натискання кнопки SB1 «Рух вперед», яку підключено до входу I0.0. Як можна побачити, на виходах Q0.0 та Q0.4 встановлюється +24 В.

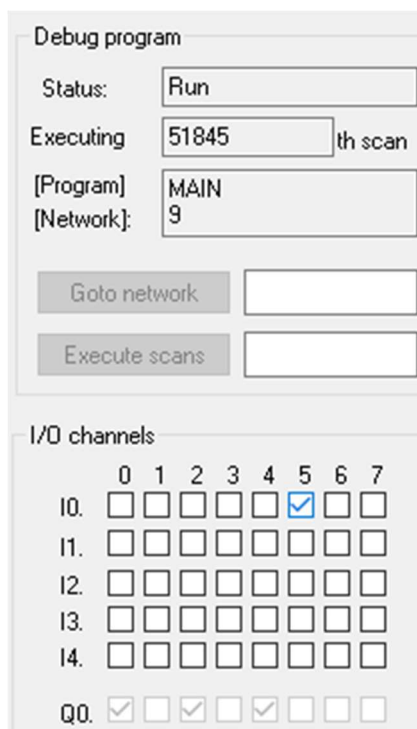


Рисунок 4.13 – Емуляція роботи датчика SA3 положення початку гальмування при русі вперед

На рис. 4.13 показано результат спрацювання датчика SA3. Як можна побачити, при наявності сигналу на вході I0.5 на виході Q0.2 з'являється сигнал +24 В, який через вхід CF3 надходить в частотний перетворювач, який відпрацьовує зниження швидкості руху приводу.

Як можна побачити на рис. 4.14, при надходженні на вхід I0.3 ПЛК сигналу від датчика SA1 відбувається скидання всіх виходів ПЛК, крім Q0.6, у вимкнений стан. Система керування відпрацьовує режим зупинки приводу. Загоряється сигнальна лампа «Стоп».

Аналогічно перевіримо працездатність алгоритму в режимі «Рух вперед». Дослідимо вплив натискання кнопки SB2, спрацювання датчиків SA2 та SA4. Результати симуляції покажемо на рис. 4.15, 4.16, 4.17.

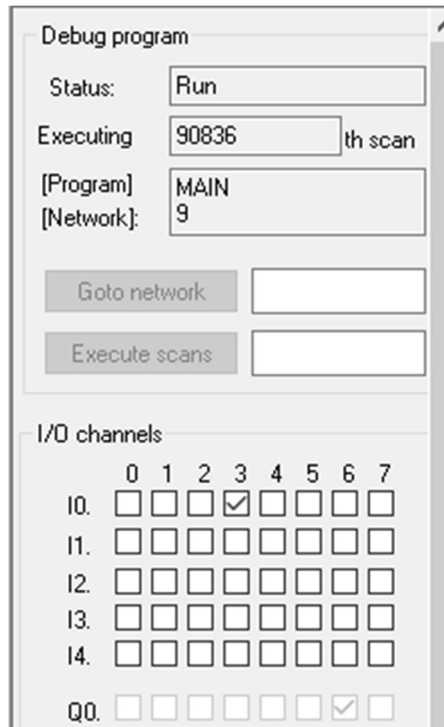


Рисунок 4.14 – Емуляція роботи датчика SA1

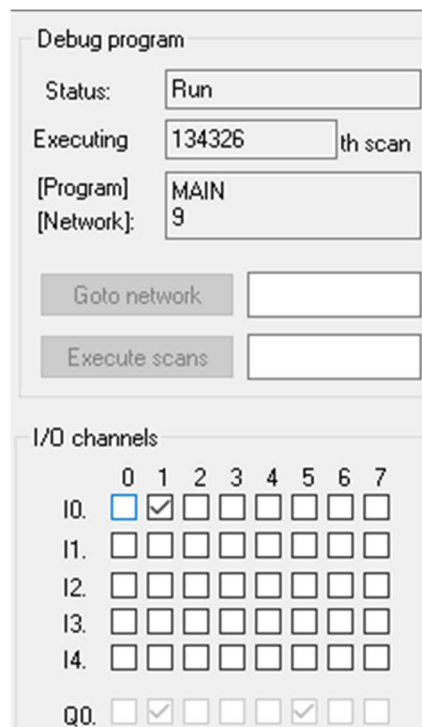


Рисунок 4.15 – Емуляція натискання кнопки SB2 «Рух назад»

На рис. 4.18 показано результат симуляції натискання кнопки SB3 «Стоп». Як можна побачити на рисунку, при наявності сигналу на вході I0.2 відбувається відключення виходів Q0.0, Q0.1, Q0.2, Q0.4, Q0.5 та встановлення увімкненого стану на виході Q0.6.

Debug program

Status: Run

Executing: 144221 th scan

[Program]: MAIN

[Network]: 9

Goto network:

Execute scans:

I/O channels

	0	1	2	3	4	5	6	7
I0.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I4.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q0.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рисунок 4.16 – Емуляція спрацювання датчика SA4 при русі назад

Debug program

Status: Run

Executing: 154477 th scan

[Program]: MAIN

[Network]: 9

Goto network:

Execute scans:

I/O channels

	0	1	2	3	4	5	6	7
I0.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I4.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q0.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рисунок 4.17 – Емуляція спрацювання датчика SA2 при русі назад

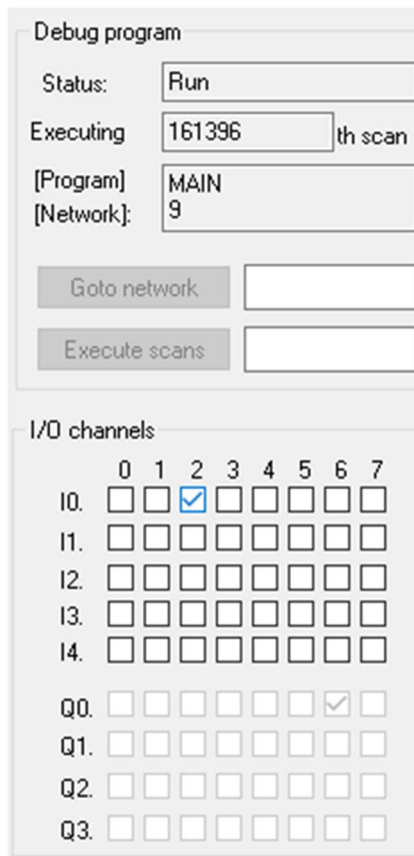


Рисунок 4.18 – Емуляція натискання кнопки SB3 «Стоп»

Після остаточного відлагодження користувацької програми завантажуюмо її в пам'ять ПЛК, для чого використовуємо можливості середовища розробки Kinco Builder.

4.2 Налаштування функцій частотного перетворювача Hitachi SJ100-007HFE

По завершенню монтажних робіт у відповідності до принципової схеми (див. рис. 3.2) виконується налаштування функцій інтелектуальних логічних входів частотного перетворювача, функцій керування та основних параметрів двигуна.

Налаштування функцій частотного перетворювача здійснюється за допомогою відповідних кнопок на панелі користувача (див. рис. 2.4) у відповідності до алгоритму налаштування наведеного в [4] та на рис. 4.19.

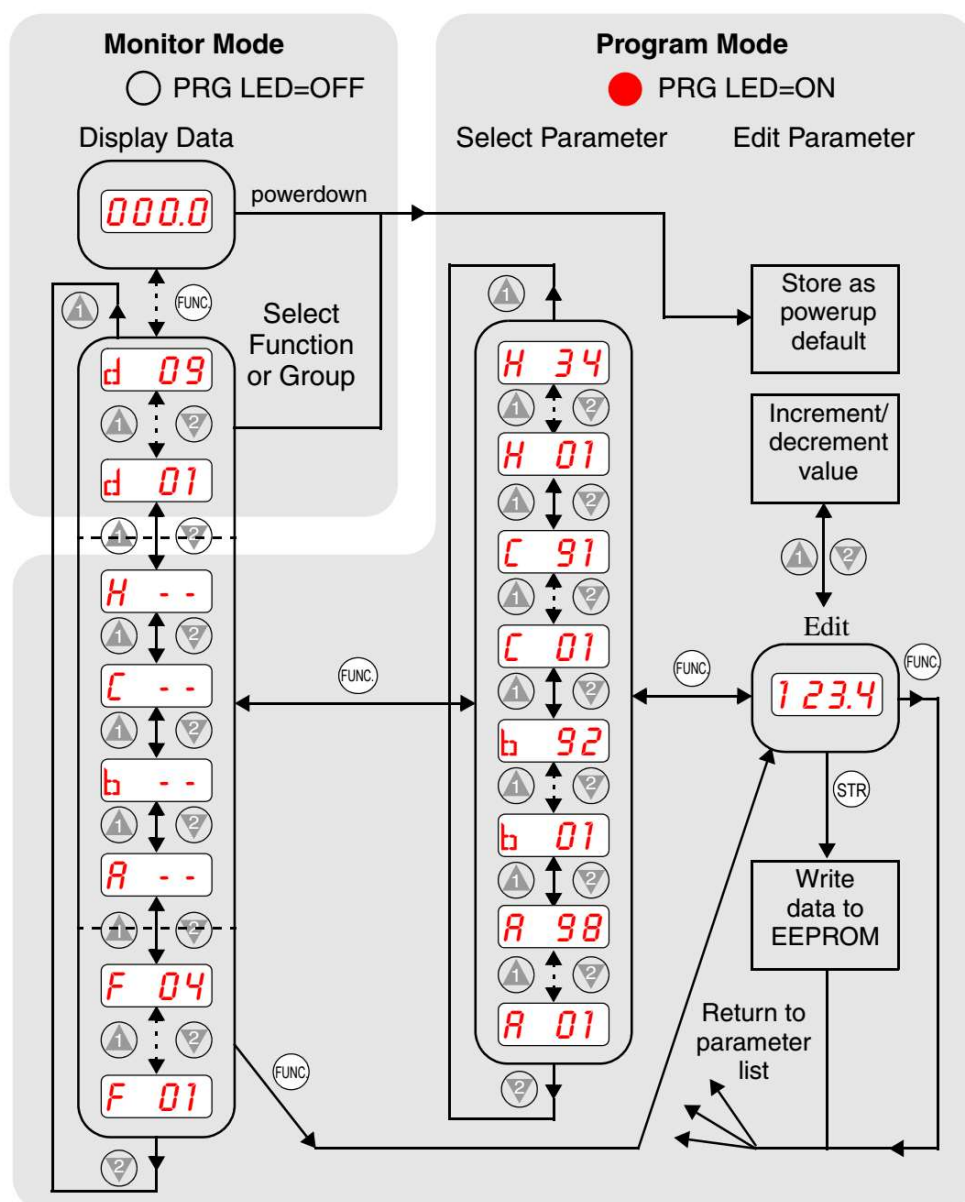


Рисунок 4.19 – Алгоритм налаштування та програмування основних функцій інвертора Hitachi SJ100-007HFE

Для уникнення помилок при налаштуванні інвертора, особливо у випадках, коли в ньому були присутні налаштування, які відрізняються від попередньо встановлених виробником, необхідно провести скидання параметрів перетворювача до заводських налаштувань.

Натиснути функціональну кнопку FUNC і, використовуючи навігаційну кнопку «1», обрати функцію B85. Ця функція обирає код країни для ініціалізації. Натиснути кнопку FUNC і, використовуючи навігаційну кнопку

«1» або «2» встановити код країни 01 (Європа) для запису обраного параметра натиснути кнопку STR.

Натиснути функціональну кнопку FUNC і, використовуючи навігаційні кнопки перейти до функції B84, яка активує процедуру ініціалізації. Натиснути кнопку FUNC і встановити за допомогою навігаційних кнопок параметр 01 (ініціалізація активована). Для збереження встановленого параметра натиснути STR. Для завершення першої частини процедури натиснути і утримувати одночасно кнопки FUNC, “1”, “2” та на три секунди затиснути кнопку STOP, після чого на екрані буде миготіти напис «D01». Після цього кнопки можна відпустити. Під час процедури ініціалізації на екрані перетворювача буде виводитися параметр країни «EU». Коли ініціалізація буде повністю виконана на екрані з'явиться напис «D01».

При роботі електропривода буде використовуватися функція безсенсорного векторного керування асинхронним двигуном. Цей вид керування реалізується в інверторі Hitachi SJ100 по замовчуванню. Перевірити це можна шляхом перегляду параметра функції A_44, якому має бути встановлено значення 02. Після скидання до заводських налаштувань та проведення ініціалізації необхідно ввести в пам'ять інвертора параметри двигуна, з яким він працює. Для цього використаємо режим автоналаштування.

Перелік функцій та їх параметрів в порядку, необхідному для здійснення автоналаштування перетворювача для безсенсорного векторного керування покажемо в табл. 4.1.

Після збереження параметрів функції H_01 натискаємо кнопку RUN. Перетворювач почне процедуру автоналаштування, під час якої будемо спостерігати наступні дії перетворювача: збудження змінним струмом (без обертання); збудження постійним струмом (без обертання); розгін двигуна до 80% базової частоти і зупинка двигуна; розгін двигуна до частоти, встановленої в функції A_20 і зупинка.

						7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			61

Таблиця 4.1 – Порядок проведення автоналаштування для забезпечення безсенсорного векторного керування

№ кроку	Функція		Встановлюваний параметр
	Код	Найменування	
1	F_02	Час розгону, с	15 с
2	F_03	Час гальмування, с	15 с
3	H_03	Потужність двигуна, кВт	0,2 кВт
4	H_04	Кількість полюсів двигуна	4
5	A_01	Установка джерела частоти	02 – встановлює джерелом вихідної частоти параметр функції F_01
6	A_03	Встановлення базової частоти	50 Гц
7	A_20	Встановлення частоти багатшвидкісного режиму	13 Гц
8	A_82	Вибір автоматично підтримуваної напруги	220 В
9	H_01	Установки автоналаштування	01 – повне автоналаштування

Після успішного завершення автоналаштування інвертор відобразить на дисплеї зображення, показане на рис. 4.20.

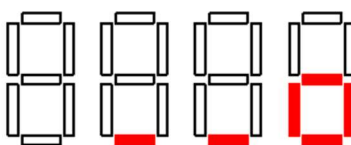


Рисунок 4.20 – Індикація успішно завершеного автоналаштування

При безсенсорному векторному керуванні рекомендовано встановити значення несучої частоти рівним або більшим за 2,1 кГц. Для цього використовується функція В_83.

Налаштуємо джерелом сигналу на рух, зупинку та реверс двигуна логічні інтелектуальні входи С1 та С2. Для цього, натиснувши FUNC, перейдемо в режим програмування перетворювача, знайдемо за допомогою навігаційних клавіш функцію А_02 і встановимо для неї параметр 01. Збережемо налаштування натисканням клавіши STR.

Встановлення зменшеної швидкості обертання виконаємо наступним чином:

- 1) Переведемо інвертор в режим «Зупинка»;
- 2) Подамо на інтелектуальний вхід С3 сигнал +24 В (зініціюємо наявність вихідного сигналу на виході Q0.2 ПЛК);
- 3) Виведемо на дисплей функцію F_01;
- 4) Навігаційними кнопками «1» та «2» встановимо значення зниженої частоти обертання в Гц. Для нашого випадку – 12,5 Гц.
- 5) Збережемо параметр в пам'яті перетворювача, натиснувши кнопку STR.

В процесі налагодження електроприводу час розгону і гальмування коригується за допомогою функцій F_02 та F_03.

4.3 Висновки до розділу

Відповідно до технічного завдання, структурної та принципової схеми системи керування електроприводом в середовищі Kinco Builder розроблено користувацьку програму, у відповідності до якої буде функціонувати створювана система.

Використовуючи вбудовані засоби симуляції та асемблювання програму відлагоджено, перевірено її працездатність та завантажено в пам'ять ПЛК.

Докладно розглянуто процедуру відновлення заводських налаштувань та ініціалізації інвертора Hitachi SJ100. Розкрито алгоритм автоматичного налаштування параметрів перетворювача для виконання безсенсорного

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

векторного керування електроприводом. Налаштовано інвертор для роботи із ПЛК за допомогою інтелектуальних логічних входів.

Підготовлено систему керування до подальшого налагодження безпосередньо на виконавчому механізмі.

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями

Мінімальні вимоги стосовно безпеки та охорони здоров'я працівників, що працюють із екранними пристроями, тобто електронними засобами для відтворення будь-якої графічної або алфавітно-цифрової інформації (на основі електронно-променевої трубки, рідкокристалічні, плазмові, проекційні, органічні світлодіодні монітори та інші новітні розробки у сфері інформаційних технологій) затверджено наказом Міністерства соціальної політики №207 від 14.02.2018 р.

Ці вимоги поширюються на всіх суб'єктів господарювання незалежно від форм власності, організаційно-правової форми і видів діяльності та встановлюють мінімальні вимоги безпеки та захисту здоров'я під час здійснення роботи, пов'язаної з використанням екранних пристроїв незалежно від їхнього типу та моделі.

Відповідно до діючої нормативно-правової бази [6], роботодавець в якості загальних обов'язків повинен поінформувати працівників під розписку про умови праці та наявність на їх робочих місцях небезпечних та шкідливих виробничих факторів (фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних), які виникають під час роботи з екранними пристроями та ще не усунуто, а також про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівників відповідно до вимог статті 5 [7].

Також він повинен забезпечити навчання і перевірку знань працівників з питань охорони праці та безпечного використання екранних пристроїв до початку роботи з ними, а також у випадках модифікації та організації роботи обладнання. Роботодавець повинен вжити відповідних заходів, щоб забезпечити відповідність робочого місця працівника до вимог [6].

Під час облаштування робочого місця працівника з екранними пристроями необхідно обирати таке устаткування, яке не створює зайвого шуму та не

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

3) Організація робочого місця працівника з екранними пристроями має забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним, антропологічним, психофізіологічним вимогам, а також характеру виконуваних робіт.

4) Освітлення робочого місця працівника з екранними пристроями має створювати відповідний контраст між екраном і навколишнім середовищем (з урахуванням виду роботи) та відповідати вимогам ДСанПІН 3.3.2.007-98 [9].

5) Мікроклімат виробничих приміщень з робочими місцями працівників з екранними пристроями має підтримуватись на постійному рівні та відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 [11].

6) Робочий стіл або робоча поверхня повинні бути достатнього розміру та мати поверхню з низькою відбивною здатністю, допускати гнучкість під час розміщення екрана, клавіатури, документів і відповідного устаткування.

7) Робоче крісло має бути стійким і дозволяти працівнику з екранними пристроями легко рухатися та займати зручне положення.

Сидіння має регулюватися по висоті, спинка сидіння - як по висоті, так і по нахилу.

Слід передбачати підніжку для тих, кому це необхідно для зручності.

5.1.2 Мінімальні вимоги безпеки під час роботи з екранними пристроями

1) Щодня перед початком роботи необхідно очищати екранні пристрої від пилу та інших забруднень.

2) Після закінчення роботи екранні пристрої слід відключати від електричної мережі.

3) У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити екранний пристрій від електричної мережі.

4) Не допускається:

- виконувати технічне обслуговування, ремонт і налагодження екранних пристроїв безпосередньо на робочому місці працівника під час роботи з екранними пристроями;

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

- відключати захисні пристрої, самочинно проводити зміни у конструкції та складі екранних пристроїв або їх технічне налагодження;
- працювати з екранними пристроями, у яких під час роботи виникають нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на екрані та інші несправності.

5) Під час виконання робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням, у приміщеннях під час роботи з екранними пристроями, на пультах і постах керування технологічними процесами та в інших приміщеннях мають дотримуватися оптимальні умови мікроклімату відповідно до вимог [11].

5.1.3 Мінімальні вимоги безпеки до екранних пристроїв [6]

- 1) Екранні пристрої не мають бути джерелом ризику для працівників.
- 2) Усе випромінювання, за винятком видимої частини електромагнітного спектра, має бути зведене до незначного рівня з погляду безпеки і охорони здоров'я працівників.
- 3) Символи на екранних пристроях мають бути чіткими, відповідного розміру. Між символами і рядками символів має бути належна відстань.
- 4) Зображення на екрані має бути стабільним, без миготінь або інших видів нестабільності.
- 5) Яскравість та/або контрастність символів має легко регулюватися працівником під час роботи з екранними пристроями, а також швидко адаптуватися до навколишніх умов.
- 6) Вибираючи екрани, слід надавати перевагу таким екранам, які легко та вільно повертаються і нахиляються відповідно до потреби працівника.
- 7) За необхідності може використовуватись окрема підставка або регульований стіл для розміщення екрана.
- 8) Екран не має відблискувати або відбивати світло, щоб не викликати дискомфорту у працівника під час роботи з екранними пристроями.

						7.141.226213.ПЗ	Арк.
							68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

9) Вибираючи клавіатуру, слід надавати перевагу такій клавіатурі, яка відкидається і є автономною (відокремленою від екрана), щоб працівник міг вибрати зручну робочу позу й уникнути втоми рук (кисті і верхньої частини руки).

10) Поверхня клавіатури має бути матовою, щоб уникнути віддзеркалювання. Розташування клавіш і самі клавіші мають полегшувати роботу із клавіатурою. Позначення клавіш повинно бути достатньо контрастним і розбірливим.

11) Устаткування, яке входить до робочої станції, не має виділяти надлишкового тепла, що може спричинити незручності працівникам під час роботи з екранними пристроями.

12) Під час розробки, вибору, замовлення та модифікації програмного забезпечення, а також під час розробки завдань, що передбачають використання устаткування з екранними пристроями, роботодавець має керуватися таким програмним забезпеченням, яке відповідає розв'язуванню завданням і є простим у використанні, а де необхідно - адаптованим до рівня знань і досвіду працівника.

5.2 Дії працівників при надзвичайних ситуаціях

1. Оглянути місце події та переконатися, що немає безпосередньої загрози власному життю і здоров'ю, потім надавати допомогу постраждалим.
2. Оглянути постраждалих та зрозуміти, чи є потреба у наданні екстреної медичної допомоги, чи є загроза їх життю.
3. У разі необхідності викликати медичних працівників та рятувальників.
4. Залишатися з постраждалим до приїзду екстрених служб, намагаючись зберегти або поліпшити його стан доступними методами [12]

5.2.1 Дії працівників при виникненні пожежі в приміщенні [13]

При виникненні пожежі працівники повинні:

- 1) Зорієнтуватися щодо наявної небезпеки й напрямку її знаходження.

									7.141.226213.ПЗ	Арк.
										69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

2) Рухатися підлогою під хмарою диму до дверей приміщення, і не відчиняти їх відразу, щоб уникнути посилення пожежі від великого притоку повітря ззовні.

3) Обережно доторкнутись до дверей тильною стороною долоні: якщо двері не гарячі, то обережно відчинити їх та хутко виходити.

4) Щільно зачинити двері, а всі щілини і отвори заткнуті будь-якою тканиною, щоб уникнути подальшого проникнення диму.

5) Під час пожежі заборонено користуватися ліфтами.

6) Виходити із зони пожежі необхідно в навітряну сторону.

7) При знаходженні у висотній будівлі варто скористатися можливістю врятуватися на даху будівлі.

8) Для гасіння пожежі використовувати переносні вогнегасники та пожежні крани у випадку їх наявності.

9) Порошкові та вуглекислотні вогнегасники використовують згідно з інструкцією, наведеною у вигляді малюнків і тексту на їх корпусі.

10) Для приведення в дію пожежних кранів, що знаходяться в будинку (споруді), необхідно відкрити дверцята шафи і розкласти в напрямку осередку пожежі рукав, з'єднаний з краном і стволом. Відкрити вентиль поворотом маховика проти ходу годинникової стрілки і спрямувати струмінь води із ствола на осередок горіння.

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

Програмований логічний контролер Kinco K-506-24AR належить до серії мікро-ПЛК, має 14 цифрових входів та 10 цифрових виходів і призначений для організації систем керування невеликими технологічними процесами або окремими виконавчими механізмами. Архітектура ПЛК дозволяє використовувати разом із основним модулем ЦП до 10 модулів розширення, які можуть бути як суто розширюючими комутаційні властивості ПЛК (збільшуючи кількість його входів/виходів), так і функціональними модулями, тобто такими, що розширюють спектр функцій основного модуля ЦП.

Для конфігурування системи керування на базі мікро-ПЛК Kinco K-506-24AR використовується програмне середовище Kinco Builder, яке надає розробнику широкий і гнучкий функціонал зі створення алгоритмів керування різними технологічними процесами засобами стандартних мов промислового програмування ПЛК LD.

В якості об'єкту керування в даній роботі виступає частотно-регульований асинхронний електропривод на базі перетворювача частоти Hitachi серії SJ100. Цей перетворювач дає можливість забезпечити високу продуктивність електроприводу та суттєву економію електричної енергії засобами одного лише електроприводу.

Інвертори серії SJ100 дозволяють виконувати скалярне частотне керування електричними двигунами, керування із підтриманням сталого максимального моменту, а також безсенсорне векторне керування, що використовується в електроприводах з високими вимогами стосовно точності регулювання швидкості обертання.

Hitachi SJ100-007HFE має інтелектуальні входи, що дозволяє виконувати зовнішнє керування частотним перетворювачем за допомогою мікро-ПЛК, гнучко інтегруючи його в більш складні системи керування технологічними процесами.

З урахуванням комунікаційних та функціональних можливостей частотного перетворювача складено технічне завдання на створення

					7.141.226212.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

алгоритму керування інвертором засобами ПЛК з метою дистанційного керування виконавчим електроприводом.

Розроблено структурну схему розімкненої системи керування асинхронним електроприводом на базі програмованого логічного контролера та частотного перетворювача.

Відповідно до структурної схеми та схем підключення обладнання розроблено принципову схему названої системи керування та описано основні режими її роботи.

Підібрано допоміжні елементи системи керування, які дозволяють реалізувати бажаний алгоритм роботи, наведено основні характеристики датчиків, світло-сигнальної апаратури, кнопок керування. Основні параметри ПЛК та інвертора наведено у попередніх розділах відповідно.

Відповідно до технічного завдання, структурної та принципової схеми системи керування електроприводом в середовищі Kinco Builder розроблено користувацьку програму, у відповідності до якої буде функціонувати створювана система.

Використовуючи вбудовані засоби симуляції та асемблювання програму відлагоджено, перевірено її працездатність та завантажено в пам'ять ПЛК.

Докладно розглянуто процедуру відновлення заводських налаштувань та ініціалізації інвертора Hitachi SJ100. Розкрито алгоритм автоматичного налаштування параметрів перетворювача для виконання безсенсорного векторного керування електроприводом. Налаштовано інвертор для роботи із ПЛК за допомогою інтелектуальних логічних входів.

Підготовлено систему керування до подальшого налагодження безпосередньо на виконавчому механізмі.

						7.141.226212.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			72

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кучерук В.Ю., Поджаренко В.О, Кулаков П.І. Програмування логічних контролерів Schneider Electric. Навч. посіб. Вінниця: ВДУТ, 2001. 134 с.
2. Kinco K5 PLC hardware manual. Kinco. 88 p.
3. Kinco Builder software User Manual. Kinco. 280 p.
4. Hitachi SJ100 series inverter instruction manual NB585XF. Hitachi Industrial Equipment Systems Co., Ltd, 2003. 214 p.
5. СВ Альтера. Каталог для енергетиків та інженерів з автоматизації. СВ Альтера, 2011. 352 с.
6. Наказ Міністерства соціальної політики України від 14.02.2018 № 207. URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18#n14> (дата звернення 15.12.2023 р.)
7. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2695-ХІІ: станом на 01.10.2023 р. URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2694-12#Text> (дата звернення 15.12.2023 р.)
8. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99: Постанова головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 р. № 37 URL <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення 15.12.2023 р.)
9. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПН 3.3.2.007-98: Постанова головного державного санітарного лікаря України від 10.12.1998 р. № 7 URL <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98#Text> (дата звернення 15.12.2023 р.)
10. Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 21.05.2007 р. № 246, URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text> (дата звернення 15.12.2023 р.)
11. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99: Постанова Головного державного санітарного лікаря України від

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	7.141.226212.ПЗ	Арк.
						73

01.12.1999 р. № 42, URL <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>
(дата звернення 15.12.2023 р.)

12. Дії у надзвичайних ситуаціях. Державна служба України з надзвичайних ситуацій: веб-сайт. URL <https://dsns.gov.ua/uk/abetka-bezpeki/diyi-u-nadzvicainix-situaciyah> (дата звернення 15.12.2023 р.)

13. Пожежа у приміщенні та на відкритій місцевості. Державна служба України з надзвичайних ситуацій: веб-сайт. URL <https://dsns.gov.ua/uk/abetka-bezpeki-1/pozezna-nebezpeka/pozeza>

									7.141.226212.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						74

СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ

1. Огляд ПЛК Kinco K-506-24AR.
2. Структурна і принципова схеми керування електроприводом.
3. Параметри інвертора HІTACHI SJ100 як об'єкта керування.
4. Основні фрагменти програми користувача в середовищі Kinco Builder.

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

ДОДАТОК А

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

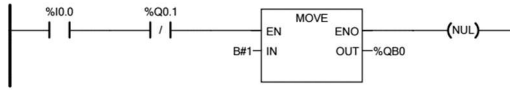
Project Name: Kinco-K506-24AR-Hitachi-SJ-100
POU Name: MAIN
Created: 2023-12-12 15:34:46
Modified: 2023-12-13 17:27:17

Рисунок А.1 – Скріншот роздруківки лістингу програми. Сторінка 1

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(* Network 0 *)

(* Конфігурування кнопки "Рух вперед" *)



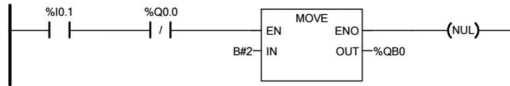
(* Network 1 *)

(* Конфігурування сигнальної лампи "Рух вперед" *)



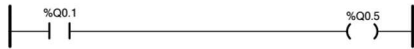
(* Network 2 *)

(* Конфігурування кнопки "Рух назад" *)



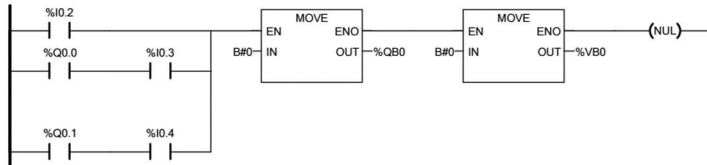
(* Network 3 *)

(* Конфігурування сигнальної лампи "Рух назад" *)



(* Network 4 *)

(* Конфігурування кнопки "Стоп" та датчиків SA1 та SA2 *)



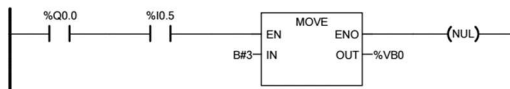
(* Network 5 *)

(* Конфігурування сигнальної лампи "Стоп" *)



(* Network 6 *)

(* Конфігурування датчика SA3 *)



(* Network 7 *)

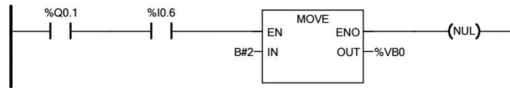
(* Формування команди встановлення зменшеної швидкості CF3 *)



Рисунок А.2 – Скріншот роздруківки лістингу програми. Сторінка 2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

(* Network 8 *)
(* Конфігурування датчика SA4 *)



(* Network 9 *)
(* Формування команди встановлення зменшеної швидкості CF3 *)



Рисунок А.3 – Скріншот роздруківки лістингу програми. Сторінка 3

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

ДОДАТОК Б

					7.141.226213.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

ОГЛЯД ПЛК KINCO K-506-24AR

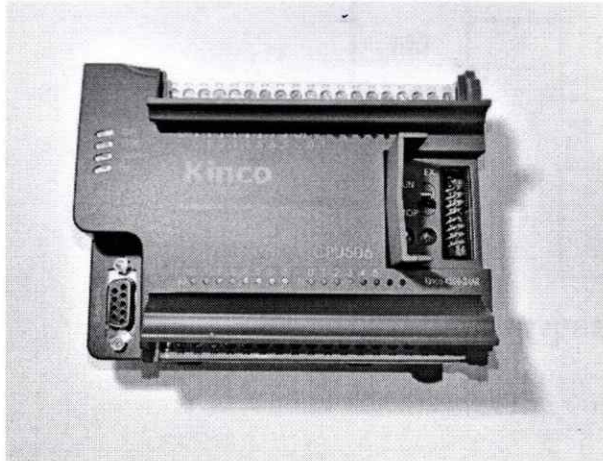


Рис. Б.1 – Вигляд ПЛК Kinco K-506-24AR

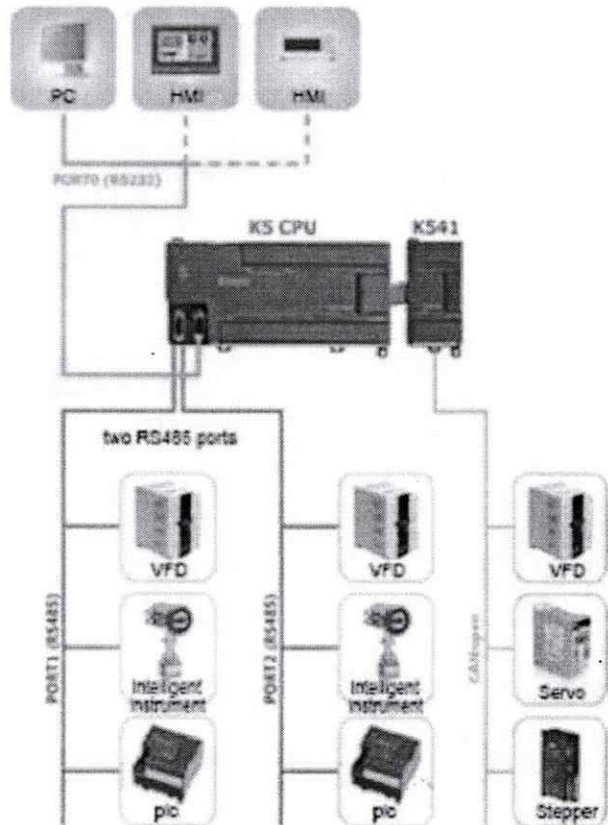


Рис. Б.2 – Комунікативні властивості ПЛК Kinco K-506-24AR

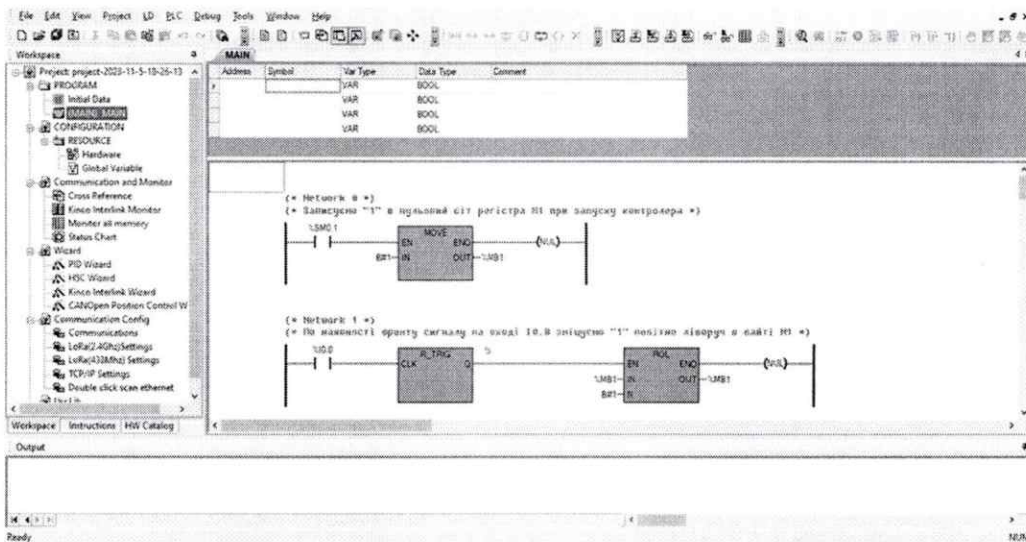


Рис. Б.3 - Графічний інтерфейс середовища Kinco Builder 8.3

					Огляд ПЛК KINCO K-506-24AR			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи на базі ПЛК для дистанційного керування виконавчими електроприводами	Лім.	Маса	Масштаб
Розроб.		Міценко С.С.	<i>[Signature]</i>	20.12			1	1 : 1
Перевір.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	20.12				
Т. Контр.						Арк.	1	Аркушів 4
Реценз.						МОН України, УДУНТ Кафедра ЕТЕМ Група ЕЕ2226		
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	20.12	Додаток Б 7.141.226213.01			
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	20.12				

ПАРАМЕТРИ ІНВЕРТОРА HİTACHI SJ100 ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ



Рис. Б.6 – Зовнішній вигляд інвертора HİTACHI SJ100

ПАРАМЕТРИ ІНВЕРТОРА HİTACHI SJ100

- безсенсорне векторне управління
- контур рекуперативного гальмування
- вбудований інтерфейс зв'язку RS-422 для конфігурування з ПК і для роботи із зовнішніми модулями за рахунок шини даних.
- шістнадцять програмованих рівнів швидкості
- програмування параметрів двигуна вручну, або за допомогою автоматичного налаштування
- ПІД-контроль автоматично регулює швидкість двигуна для підтримки значення змінної процесу
- високий пусковий крутний момент 200% або більше
- безперервна робота при 100% крутному моменті в діапазоні швидкості 1:10 (6/60 Гц / 5/50 Гц) без зниження номінальних характеристик двигуна
- Відповідна потужність двигуна – 0,75 кВт;
- Повна номінальна потужність – 1,5 кВА;
- Номінальна вхідна напруга – однофазна змінна напруга 200...240 В;
- Номінальний вхідний струм – 9 А;
- Номінальна вихідна напруга – трифазна змінна напруга 200...240 В;
- Номінальний вихідний струм – 4 А;
- Коефіцієнт корисної дії при номінальному навантаженні – 94,1%;
- Приблизні втрати потужності: при 70% від номінального навантаження – 31 Вт; при 100% від номінального навантаження – 41 Вт;
- Пусковий момент – 200% від номінального моменту і більше;
- Гальмівний момент при динамічному гальмуванні: без гальмівного резистора – 100% від номінального моменту; з гальмівним резистором – 150% від номінального моменту;
- Гальмування постійним струмом – зі зміною робочої частоти, часу та сили гальмування;
- Вага – 1,3 кг.

					Параметри інвертора Hitachi SJ100 як об'єкта керування		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лім.	Маса	Масштаб
Розроб.		Мищенко С.С	<i>[Signature]</i>	20.12		1	1:1
Перевір.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	21.12			
Т. Контр.					Арк. 3	Аркушів 4	
Реценз.					ДОДАТОК Б 7.141.226213.03 МОН України, УДУНТ Кафедра ЕТЕМ Група ЕЕ2226		
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	21.12			
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	20.12			

ОСНОВНІ ФРАГМЕНТИ ПРОГРАМИ КОРИСТУВАЧА В СЕРЕДОВИЩІ KINCO BUILDER

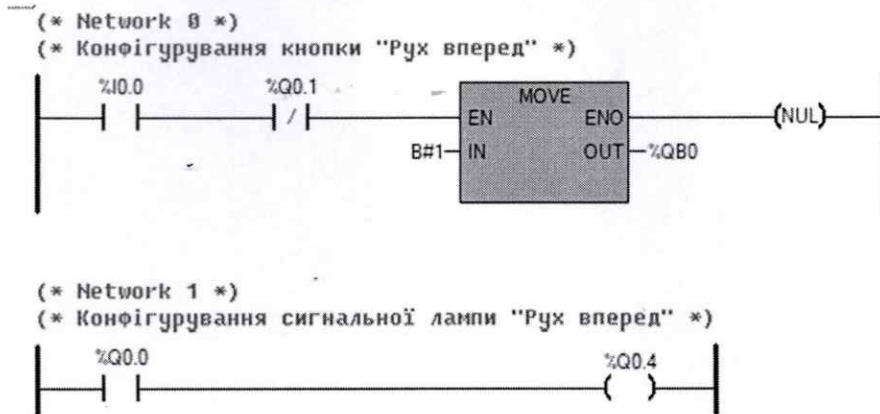


Рис. Б.7 – Налаштування кнопки і сигнальної лампи «Рух вперед»

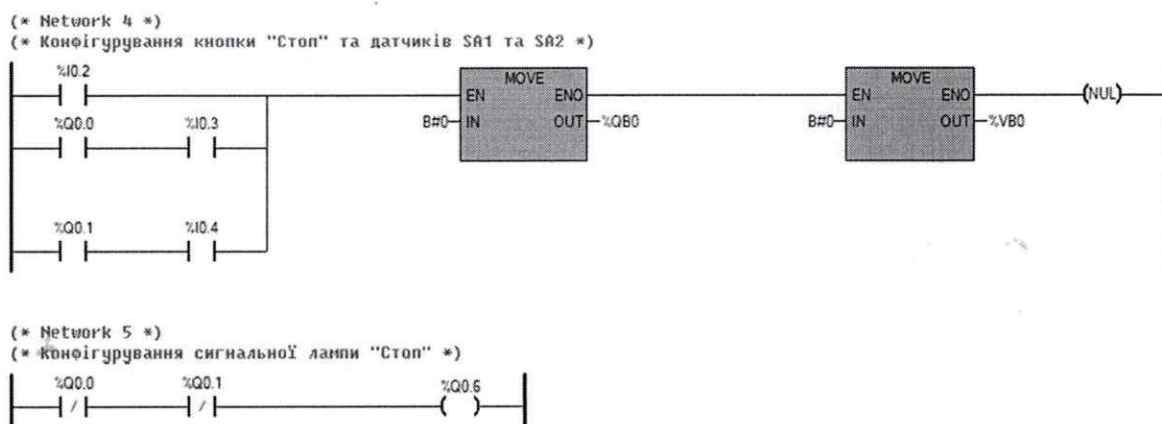


Рис. Б.8 – Налаштування зупинки електроприводу і сигнальної лампи «Стоп»

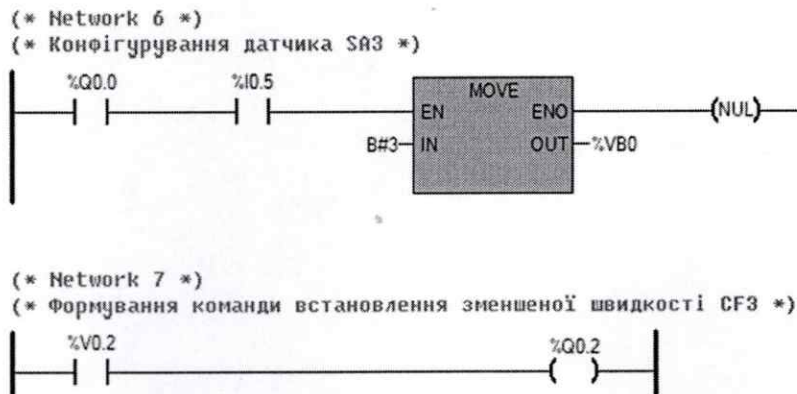


Рис. Б.9 – Налаштування зниженої швидкості

					Основні фрагменти програми користувача в середовищі Kinco Builder					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи на базі ПЛК для дистанційного керування виконавчими електроприводами					
Розроб.		Мищенко С.С		20.12				Лім.	Маса	Масштаб
Перевір.		Муха А.М.		20.12		1	1 : 1			
Т. Контр.					Арк.	4	Аркушів 4			
Реценз.					Додаток Б 7.141.226213.04					
Н. Контр.		Карзова О.О.		20.12				МОН України, УДУНТ Кафедра ЕТЕМ Група ЕЕ2226		
Затверд.		Муха А.М.		20.12						