

Шувалов Д.Р.

Державний університет «Одеська політехніка»

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРИВОДУ РОЗКЛАДКИ ПОРТАЛЬНОГО ПРИЙМАЧА ГОТОВОГО КАБЕЛЮ

Стаття присвячена розробці та впровадженню автоматичної системи керування приводу розкладки портального приймача кабелю. На теперішній час автоматизація є невід'ємною частиною у промислових виробництвах кабелю, оскільки запити на обсяги та швидкість виготовлення продукції постійно зростають. Галузь автоматизації дуже швидко міняється з розвитком технічного і програмного устаткування, тому в статті розглянуті сучасні методи та прилади, які дозволяють реалізувати систему автоматичного керування для програмування центрального процесору, що забезпечує роботу приводу розкладки портального приймача готового кабелю. Це устаткування є важливою ланкою у сфері виробництва та транспортування готового кабелю, який використовується для потреб суспільства.

У статті запропоновано методику створення системи автоматичного керування (САК) на базі обладнання "Siemens". Створено алгоритм керування, наведені функціональні та електричні схеми. Розкрито засоби сучасної автоматизації та визначено проблеми при наладці системи. З метою введення в експлуатацію приводу, була створена програма на базі Siemens Tia Portal V15.1. Об'єктами керування у портальному приймачі є сервопривід та асинхронний двигун. Сервопривід контролюється за допомогою приводу Siemens S110 та налаштовується у програмі STARTER v5.4. Асинхронний двигун отримує завдання за допомогою приводу Yaskawa A1000. Живлення обох двигунів надходить від мережі 380/220V. У дослідженні пояснено як використовується процесор Simantic S7-1200 CPU та два додаткових модулі розширення: модуль дискретних входів Digital Input 16x24VDC_1 SM 1221 DC, модуль аналогових входів SM 1234 AI4/AQ2 для розробки програмного забезпечення автоматизованої системи. Визначені засоби зв'язку та налаштування об'єктів керування. Описано в дослідженні етапи промислового підключення та налаштування портального приймача. Ця програма була використана в лінії комп'ютерно-інтегрованої системи виробництва силового кабелю на Одеському кабельному заводі в лютому 2022 року.

Ключові слова: Система автоматичного керування (САК), автоматизована система, функціональні та електричні схеми, Siemens Tia Portal v15.1, портальний приймач, розкладка портального приймача.

Постановка проблеми. Сучасна промисловість потребує велику кількість різноманітних типів силового кабелю. Процес виготовлення кабелю багатоетапний і керується, зазвичай, складною комп'ютерно-інтегрованою системою. Одним із головних етапів при виготовленні кабелів є екструзія. Багато наукових робіт присвячено вивченню роботи КІСУ на стадії екструзії та охолодження при виготовленні силових кабелів [1-3]. Питання функціонування портального приймача автоматичної системи керування виготовлення кабелю залишається поза увагою. Важливість автоматизації останнього етапу роботи САК виготовлення кабелю базується на складній системі оброблення вхідних і вихідних параметрів. Саме вивченню етапів розроблення, на прикладі розкладки готового кабелю, програмного забезпечення портального приймача САК виготовлення кабелю і промислового впро-

вадження в роботу виробництва присвячено це дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Виготовлення сучасного силового кабелю – це наукоємний процес. Технології постійно розвиваються, модернізуються, як сировини для шивки кабелю, так і прилади, і програми, що забезпечують роботу САК виготовлення кабелю [4, 5]. Шляхами удосконалення технологічного процесу виготовлення кабелю є всебічний аналіз параметричних умов виробництва кабелю на етапах екструзії [1] та охолодження [2, 3]. У питаннях побудови сучасних САК виготовлення кабелю важливими стають питання проектування систем [5]. При проектуванні, окремі позиції виділяються етапам: подачі сировини і розробленню портального приймача готового кабелю. Кожний етап має свої особливості і керується сучасним обладнанням з відповідним програмним забезпеченням [6, 7].

Постановка завдання. Метою дослідження є представлення етапів розробки і виробничого впровадження системи автоматичного керування на базі Siemens Tia Portal 15.1 для програмування центрального процесору SIMATIC S7-1200 та Sinamics STARTER v 5.4 для налаштування роботи приводу розкладки портального приймача готового кабелю.

Для досягнення мети розв'язано наступні задачі:

1. Обґрунтування відповідності розробленого програмного забезпечення електронній схемі роботи приводу розкладки портального приймача готового кабелю.
2. Огляд застосованих апаратно-програмних засобів управління для практичних та навчальних цілей.
3. Дослідження етапів впровадження розробленого програмного забезпечення у роботу виробничої лінії.

При цьому необхідно вирішувати наступні науково-технічні задачі:

- аналіз принципів побудови уніфікованих систем управління технологічним обладнанням;
- розробка і тестування програмних алгоритмів;
- використання розроблених програм на практиці.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Розглянемо зображення портального приймача готового силового кабелю (рис. 1). Згідно цієї

схеми прилади, що включено до загальної системи це: 1 – барабан; 2 – механізм встановлення барабану з фіксуючими пинолями; 3 – траверси; 4 – контроллер; 5 – кабель; 6 – кінцеві датчики.

САК роботи приводу розкладки портального приймача готового кабелю поділяється на два основних режими роботи: ручний та автоматичний. Умовою запуску автоматичного режиму є виконання дій по фіксації пинолів, що утримують в просторі барабан для скрутки кабелю. Ручний режим дозволяє виконувати дії по прямому та зворотному обертанню барабану з зсувом напрямних кабелю. Релейна логіка, що реалізується у ручному режимі роботи системи виконується з пульта керування. Основним критерієм для переходу з ручного в автоматичний режим роботи є готовність барабану до прийому кабелю, що відповідає визначеному параметру стану роботи фіксуючих пинолів.

Автоматичний режим роботи дозволяє виконувати безперервну намотку кабелю заданої довжини на барабан з визначеною швидкістю і кроком розкладки. Після заповнення барабану відповідною довжиною кабелю, лінія зменшує швидкість і повністю припиняє роботу. Для відновлення процесу виготовлення і намотки кабелю в ручному режимі виконуються дії по заміні барабана.

Розглянемо функціональну схему системи управління портального приймача кабелю (рис. 2).

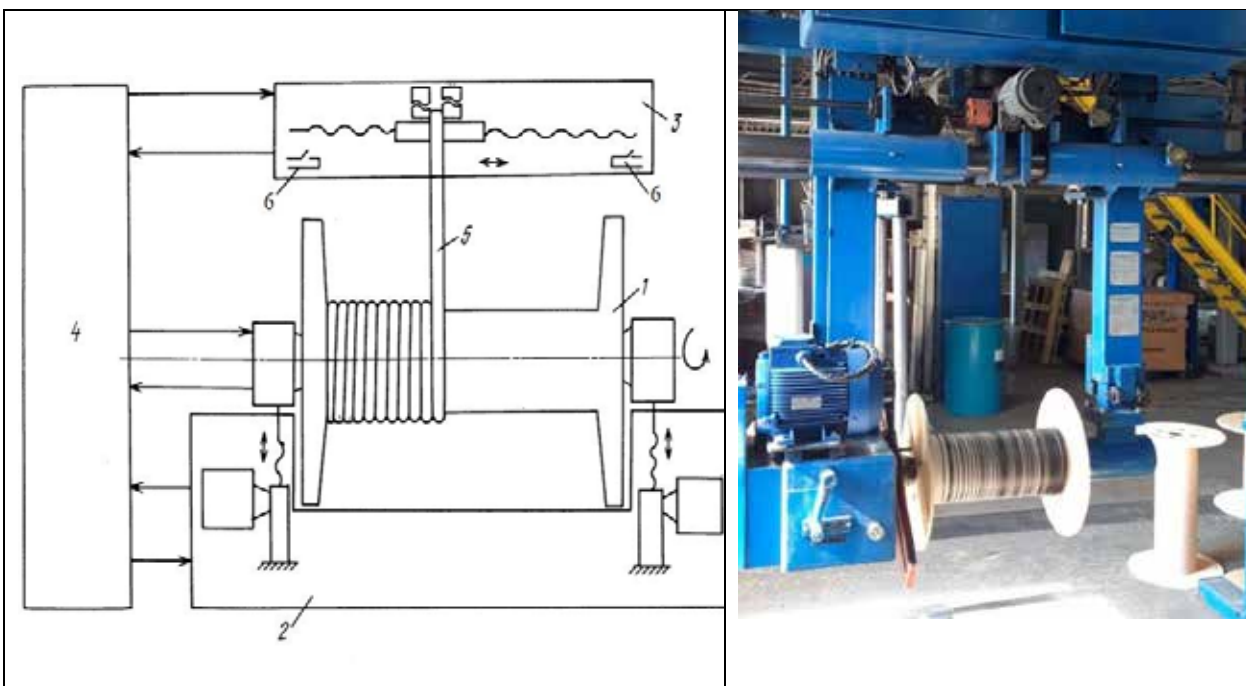


Рис. 1. Основні механізми роботи портального приймача готового кабелю

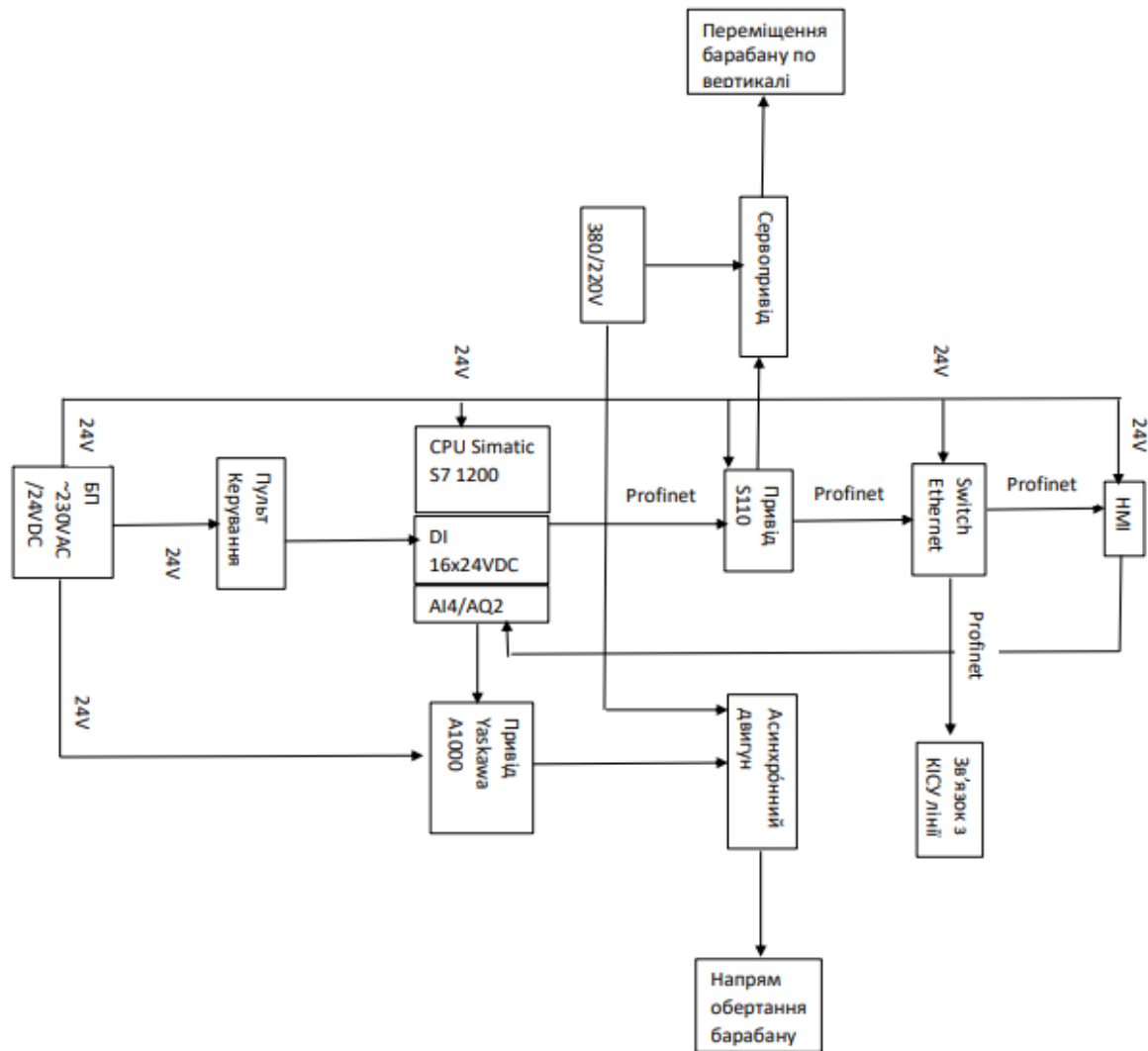


Рис. 2. Функціональна схема системи управління

Згідно зі схемою (рис. 2) контролер зв'язується з приводом розкладки S110 за допомогою протоколу PROFINET. Далі за допомогою кабелю Ethernet та блоку комунікації Switch відбувається передача даних на HMI панель та КІСУ лінії. Сигнали з пульта керування надходять до дискретних входів контролера, так само, як завдання на двигуни приходять до аналогових входів. Об'єктами керування у портальному приймачі є сервопривід та асинхронний двигун. Сервопривід контролюється за допомогою приводу Siemens S110 та налаштовується у програмі STARTER v5.4. Асинхронний двигун отримує завдання за допомогою приводу Yaskawa A1000. Живлення обох двигунів надходить від мережі 380/220V. Всі інші елементи системи підключені до блоку живлення згідно з функціональною схемою (рис. 2).

Для програмування роботи станку для намотки (портальний приймач) у лінії по виго-

товленню кабелю використовується процесор SimanticS7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC та два додаткових модулі розширення: модуль дискретних входів 6ES7221-1BH32-0XB0 Digital Input 16x24VDC 1 SM 1221 DC, модуль аналогових входів 6ES7 234-4HE32-0XB0 SM 1234 AI4/AQ2 (рис. 3).

Програмування процесору і додаткових модулів виконувалось у програмному середовищі Siemens Tia Portal 15.1 мовами LAD-FBD. Першою основою для розроблення програмного забезпечення САК портального приймача стала Network View або карта основних зв'язків в системі (рис. 4). Згідно з картою основних зв'язків обмін даними в системі відбувається між CPU, HMI панеллю і приводом розкладки портального приймача Sinamics S110.

Для налаштування зв'язку та правильної роботи приводу розкладки використовувалася програма SINAMICS STARTER v 5.4 (рис. 5).

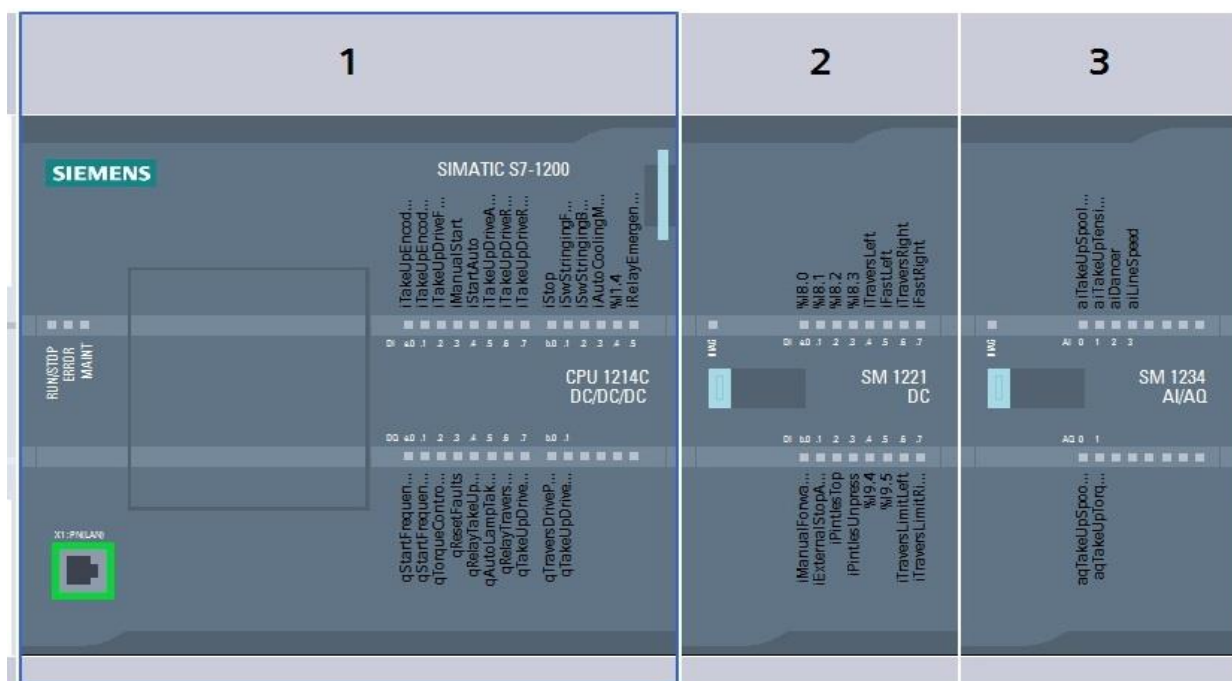


Рис. 3. 1 - CPU 1214C DC/DC/DC; 2 - SM 1221 DC; 3 - SM 1234 AI/AO2

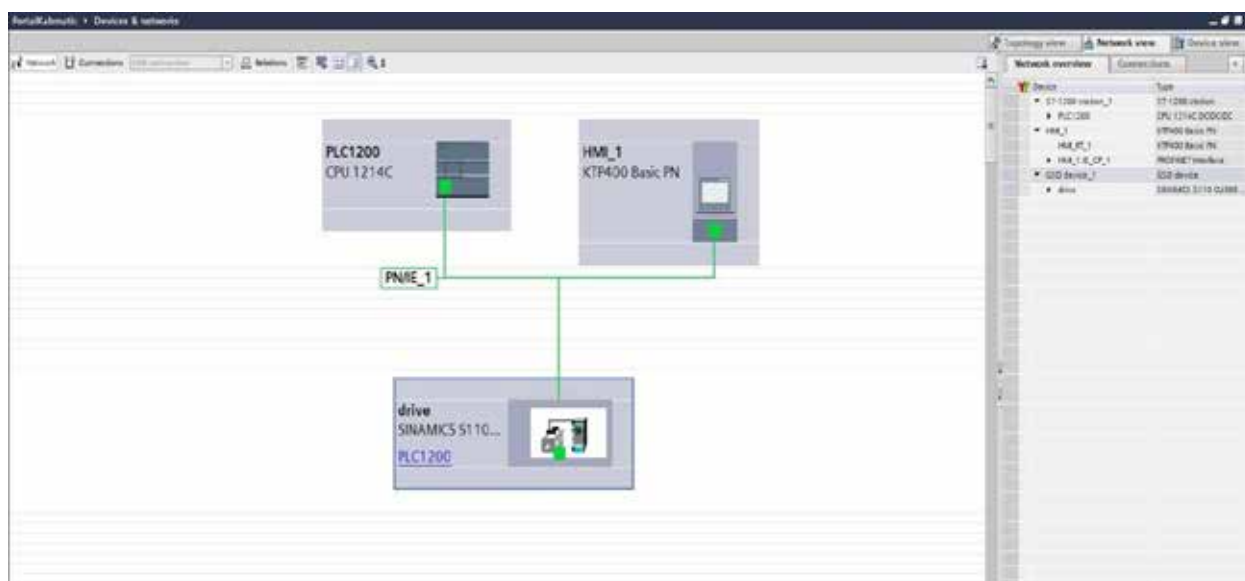


Рис. 4. Карта основних зав'язків в системі

Для реалізації основних зав'язків в системі автоматизованого керування і забезпечення функціонування автоматизованої системи було розроблено комплексну електронну схему. Згідно цієї схеми розроблялось програмне забезпечення. Структура розгорнутої електронної схеми включає наступні елементи системи:

1. Вхідні ланцюги шафи керування лінії.
2. Мережевий Lan-світ та панель керування.
3. Вхідні і аварійні ланцюги шафи керування приймача.
4. Привод намотки.
5. Привод розкладки (рис. 4).
6. PLC S7-1200.
7. Входи, виходи, кодер намотки, реле і контактори.
8. Кнопки управління намоткою і розкладкою.
9. Управління заправкою і кінцеві розкладки.
10. Логіка включення контакторів підйому/спуску зажима.
11. Силова схема двигунів ланцюгу підйому/спуску, зажиму/розжиму.

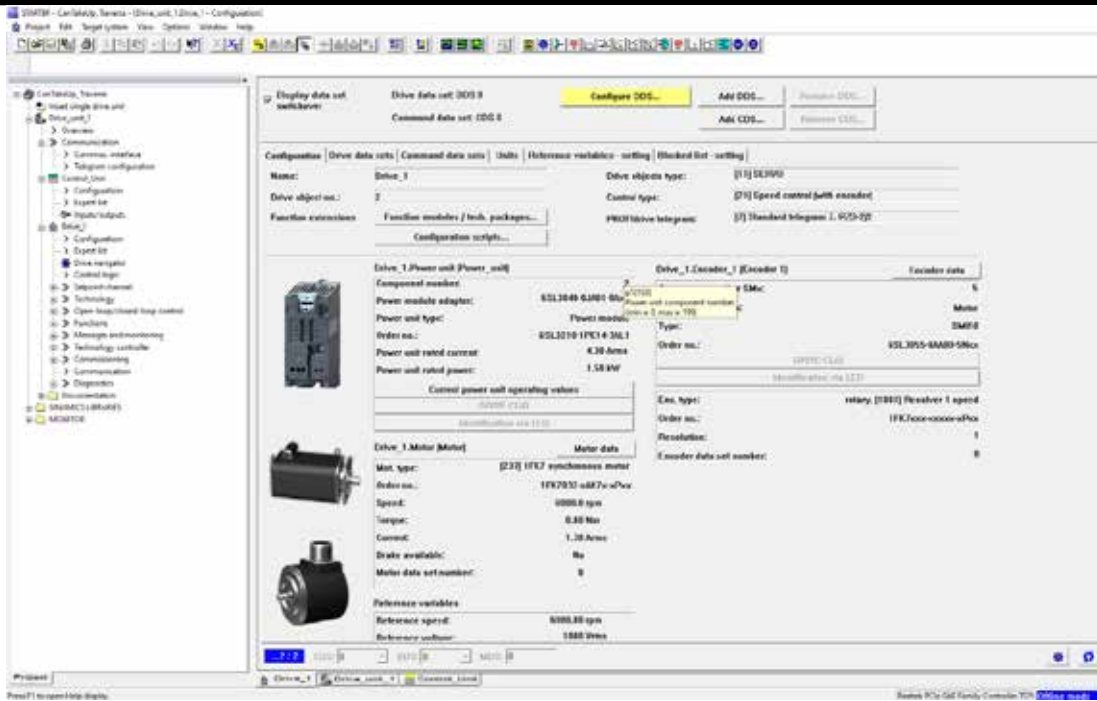


Рис. 5. Програмне середовище SINAMICS STARTER v 5.4

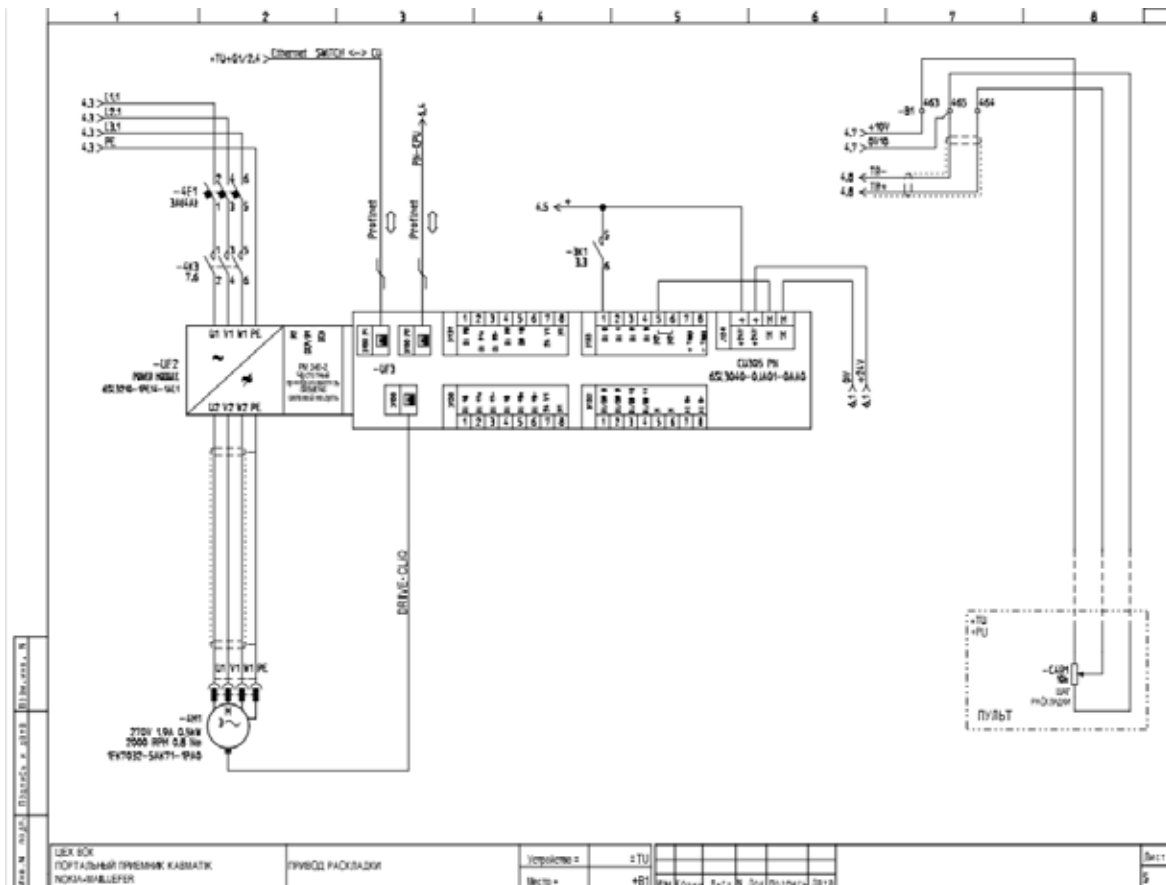


Рис. 6. Електронна схема приводу розкладки

Розглянемо одну з електронних схем функціонування приладу, на прикладі схеми приводу розкладки (рис. 6).

Розроблення програмного забезпечення відбувалось строго в відповідності до розгорнутих електронних схем. Для прикладу наведемо

фрагмент програмного коду налаштування CPU для приладу розкладки програмі Tia Portal v15.1 (рис. 7)

Дослідження етапів впровадження розробленого програмного забезпечення у роботу виробничої лінії базується на всебічному тестуванні основних параметрів роботи автоматизованої системи, що програмно реалізовано і налаштовуються за допомогою програми Tia Portal v 15.1 за допомогою мови програмування LAD. Важливу

роль у розробці програми виконує панель оператора, налаштування якої є важливим та необхідним процесом, який допомагає оператору у контролі приймача, продукції та роботі (рис. 8, 9).

Для перевірки роботи системи на етапі виробничого впровадження велась робота по тестуванню кожного блока системи. Перевірка коректності виконання алгоритмів програми. Важливою дією, при налаштуванні системи, є замір токових сигналів від реле та компенсатора. В ідеальних

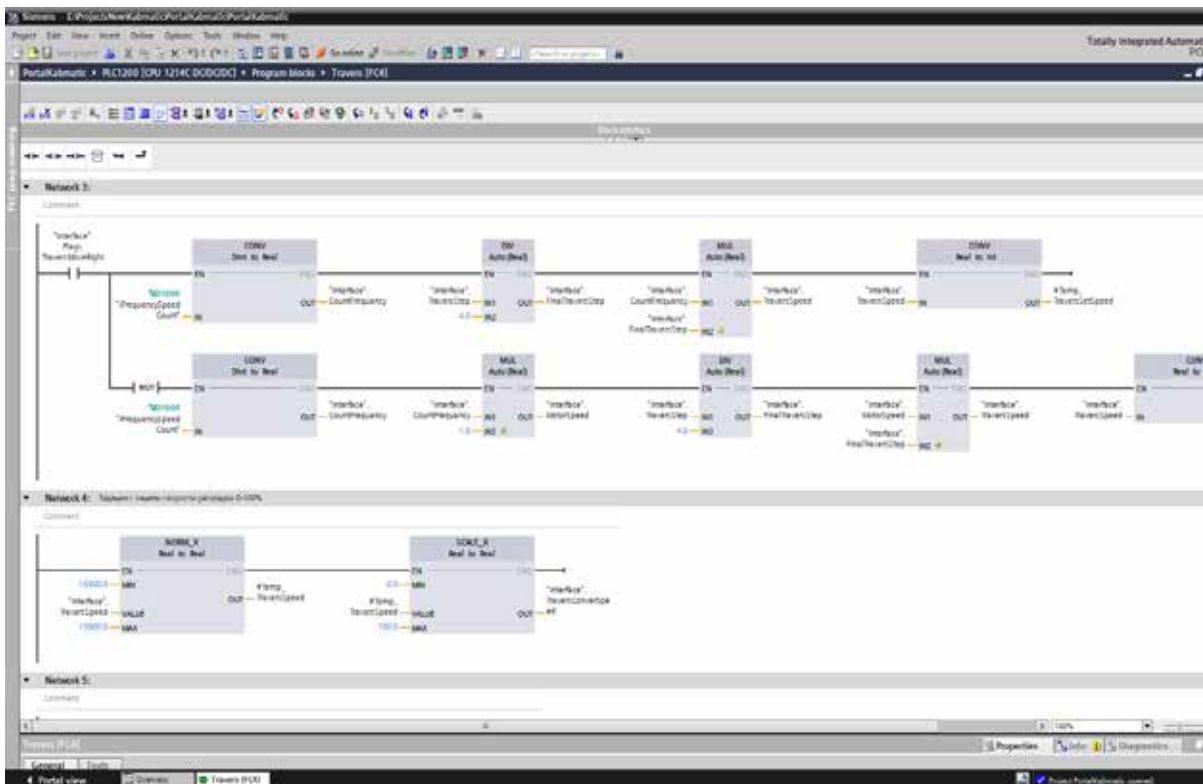


Рис. 7. Фрагмент програми налаштування CPU для приладу розкладки в програмі Tia Portal v15.1

Name	Data type	Start value	Retain	Accessible F...	Write...	Visible in...	Category	Comment
Static	Struct							
TakeUpSetPoint(PID)	Real	0.0						Установка заданя PID
InputDancer	Real	0.0						Включення танцювальних компенсаторів
TakeUpConvSpeed	Int	0						
DancerOut(PID)	Real	0.0						Включений параметр PID регулятора
K_Dancer	Real	1.0						Умножитель коэффициента
DancerParametr	Real	0.0						Знач. коэффициента с учетом коэф. умнож.
SetLineSpeed	Real	0.0						Скорость линии получаемая с контроллера
TakeUpSpeed	Int	0						Скорость приемника в автоматическом ре...
ManualTakeUpSpeed	Int	15						Присваиваем значение переменной с HMI
AutoTakeUpSpeed	Int	15						Задание скорости для начальной с лямпы в д...
HMTakeUpSpeed	Int	0						Скорость приемника заданная с экрана
TakeUpTorqueSetPoint	Int	0						Задан. момента част. прибор. момент при...
TakeUpSpoolGetPoint	Int	0						Задан. скорость част. прибор. момент при...
TraversSpeed	Real	0.0						Задание скорости раскладки
TraversFastMove	Int	4000						Раскладка быстро вправо
TraversFastMoveIn	Int	0						Раскладка быстро влево
TraversFastMoveOut	Int	0						
TraversFastPIM	Int	0						Задание скорости раскладки быстро влево...

Рис. 8. Основні параметри роботи інтерфейсу системи

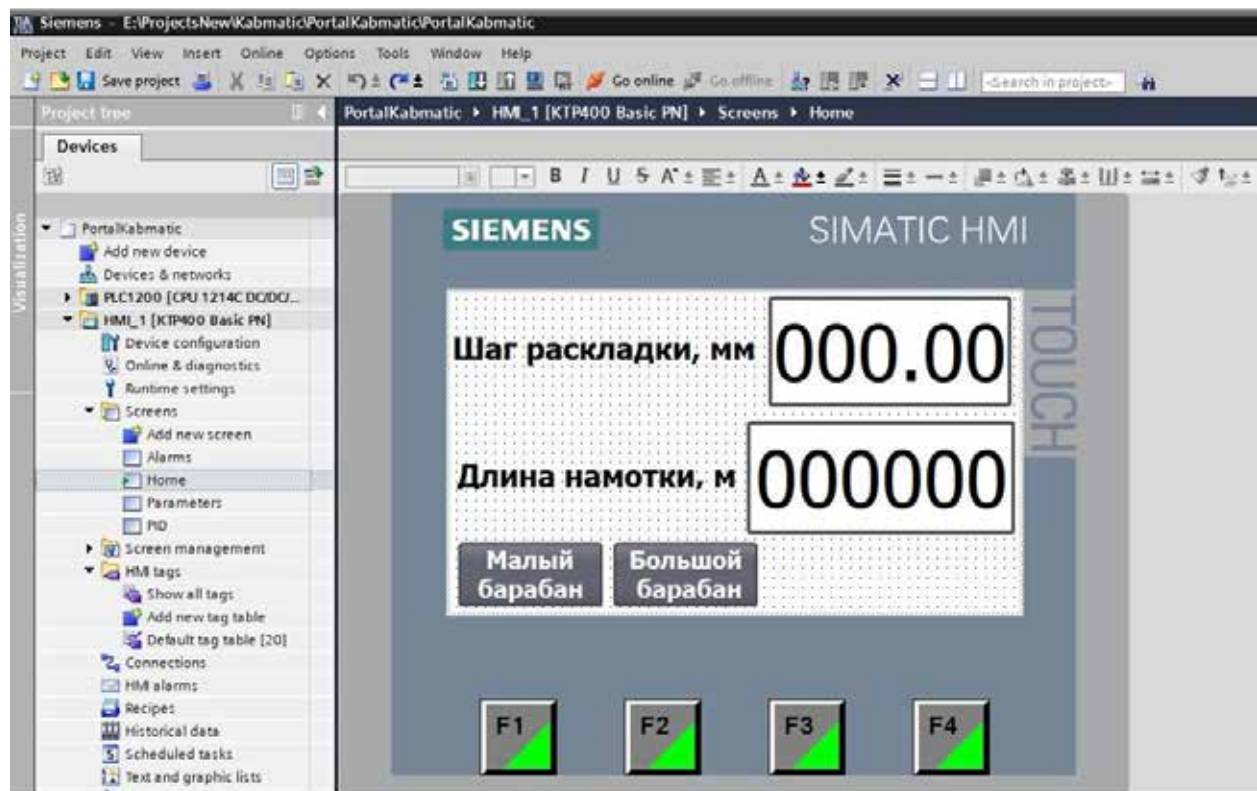


Рис. 9. Програмування інтерфейсу системи в панелі НМІ КТР400 за допомогою Tia Portal v15.1

умовах діапазон становить 0-10 В, але частіше він коливається від 0,5-9,8 В.

Висновки. В дослідженні представлено розгорнутий програмний комплекс на базі Siemens Tia Portal 15.1 для програмування центрального процесору SIMATIC S7-1200 та Sinamics STARTER v 5.4 для налаштування роботи при-

воду розкладки приймача готового кабелю. Науково обґрунтовано відповідність розробленого програмного забезпечення структурній та електронній схемам роботи приймача КІСУ виготовлення кабелю. Досліджено етапи впровадження розробленого програмного забезпечення у роботу виробничої лінії.

Список літератури:

1. Щербина С.А. Апаратно-чутливі методи контролю ступеня зшивки радіаційно-модифікованої полімерної ізоляції кабелів. *ISSN 2224-0349. Вісник НТУ «ХП»*. 2014. № 56 (1098). С. 145-153.
2. Безпрозванних Г.В., Мірчук І.А. Синтез технологічних режимів охолодження та радіаційного опромінення електричної ізоляції кабелів: монографія / Г.В. Безпрозванних, І.А. Мірчук. – Харків: НТУ «ХП», 2021. – 179 с. – Укр. Мовою
3. Гринишина М. В. Особливості технології виготовлення силових високовольтних кабелів з термопластичною полімерною ізоляцією. *Вісник Національного технічного університету «ХП»*. Серія: *Енергетика: надійність та енергоефективність*, вип. 2 (3), Грудень 2021, с. 59-65, doi:10.20998/2224-0349.2021.02.18
4. Bessonova M., Ponomareva M., Yakutenok V. Numerical solution of polymer melt flow problem in a single screw extruder. *Himičeskaâ fizika i mezoskopiâ*. 2019, vol. 21, no. 2, pp. 198–217. doi: <https://www.doi.org/10.15350/17270529.2019.2.22>.
5. Гарькава В. Ф., Єганов О. Ю., Бандура В. М., Арамян А. М. Моделювання сучасних комп'ютерних систем: монографія. – Варшава: RS Global Sp. z O.O., 2020. – 73 с
6. Programming Guideline for S7-1200/1500 Entry ID: 81318674, V1.6, 12/2018. URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/81318674>
7. Назаренко І.В., Ференець В.Д., Суханов Д. Є. Побудова і моделювання уніфікованих систем управління виконавчими механізмами об'єктів газотранспортної системи. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 1/2 (67) 2014. С. 41-48. URL: <http://journals.urau.ua/ejet/article/view/21204/19352>

Shuvalov D.R. AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR THE PORTAL RECEIVER DEVICE OF THE FINISHED CABLE

The article is devoted to the development and implementation of an automatic control system for the drive layout of the portal cable receiver. Automation is now an integral part of the cable industry, as demand for production volumes and speeds is growing. The field of automation is changing rapidly with the development of hardware and software, so the article discusses modern methods and devices that implement an automatic control system for CPU programming, which provides the layout of the portal receiver of the finished cable. This equipment is an important part of the production and transportation of finished cable, which is used for the needs of society.

The article proposes a method of creating an automatic control system (ACS) based on "Siemens" equipment. The control algorithm is created, and functional and electric schemes are given. Means of modern automation are revealed and problems with system adjustment are defined. To put the drive into operation, a program based on Siemens Tia Portal V15.1 was created. The control objects in the portal receiver are the servo drive and the induction motor. The servo is controlled by the Siemens S110 drive and configured in STARTER v5.4. The asynchronous motor receives tasks through the Yaskawa A1000 drive. Both motors are powered by 380 / 220V. The study explains how the Simantic S7-1200 CPU processor and two additional expansion modules are used: Digital Input 16x24VDC_1 SM 1221 DC digital input module, SM 1234 AI4 / AQ2 analog input module for automated system software development. Communication and configuration settings are defined. Described in the studied stages of industrial connection and configuration of the portal receiver. This program was used in the line of a computer-integrated system for the production of power cables at the Odessa Cable Plant in February 2022.

Key words: *computer-integrated system, software package based on Siemens Tia Portal 15.1, operation of the drive of the layout of the receiver of the finished cable.*