

УДК 62-50004.384

Тохметова К.М., kuralay_tokhmetova@mail.ru

Нурмаганбетова Ж.С., janaraaru@mail.ru

Нурмагамбетова Г.С., gulmira_gulmirka@mail.com

Жумагулова Д.К., appdinara@mail.ru

*Карагандинский технический университет, г.Караганда,
Республика Казахстан*

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДОМ «МЕХАТРОННАЯ ЛИНИЯ FESTO»

В статье рассматривается стенд «Мехатронная линия FESTO», который находится в 134-й аудитории кафедры автоматизации производственных процессов Карагандинского технического университета. Данный стенд является объектом исследования комплексного дипломного проекта. Было разработано программное обеспечение на базе программируемого логического контроллера Mitsubishi FX-5U 32M. Представлен алгоритм работы стенда. Приведено полное описание SCADA-системы, разработанной в среде MasterSCADA 3.x. Авторами разработано учебное методическое пособие для изучения стенда «Мехатронная линия FESTO». Данное методическое пособие позволит обучать студентов и магистрантов кафедры автоматизации производственных процессов, а также повысить уровень квалификации специалистов и инженеров.

Ключевые слова: индустрия 4.0, мехатронная линия, робот-зажим, конвейер, автоматизация, система управления, контроллер, панель оператора, SCADA-система, HMI.

Введение

Развитие автоматизированных систем управления технологическими процессами – один из важнейших вопросов в настоящее время. При этом для решения задач оптимального управления объектами, входящими в состав автоматизированной системы управления, предусматривается совершенствование вычислительных систем на основе современных многофункциональных промышленных контроллеров, частотных преобразователей, глобальных и локальных телекоммуникационных сетей и внедрение глобальной технологии в технологические процессы. В настоящее время большинство промышленных предприятий в стране приступили к проектам по внедрению технологий Индустрии 4.0 в полном объеме [1].

Развитие информационно-коммуникационных технологий, автоматизация и роботизация производственных процессов включают технологии Индустрии 4.0. Примерами таких производственных процессов являются объекты легкой и тяжелой промышленности, оснащенные гибкими автоматизированными производствами по изготовлению сложных изделий, заготовок или полуфабрикатов, в том числе технологические процессы сборки, сортировки, транспортировки, сверления, наклеивания этикеток, окраски, маркировки и др.

В данной статье в качестве объекта исследования рассматривается стенд «Мехатронная линия FESTO», осуществляющий сверление деталей и их сортировку по цвету и материалу. Стенд расположен в аудитории 134-й кафедры автоматизации производственных процессов Карагандинского технического университета. Эта аудитория – филиал учебного центра Mitsubishi Electric-KAZPROMAVTOMATIKA [2].

Объектом исследования комплексного дипломного проекта является исследуемый стенд. В процессе проектирования были выполнены следующие задачи:

1. Разработка программного обеспечения для программирующего логического контроллера Mitsubishi FX-5U 32M, который является «мозгом стенда».

2. Разработка программного интерфейса для оператора панели.

3. MasterScada SCADA-разработка SCADA-системы станда в среде программирования.

4. Осуществление дистанционного управления стандом через программное приложение GOT Mobile.

5. Создание на станде «Мехатронная линия FESTO» методического комплекса и учебных занятий в видеоформате для студентов и магистрантов для обучения.

Применяемые на станде устройства используются в области изготовления лекарственных средств и в других областях автоматизации производственных процессов, таких как сортировка и упаковка (упаковка) заготовок, в частности, станд «Мехатронная линия FESTO» является единственным реальным аналогом промышленных объектов.

Описание станда

На рисунке 1 представлено внешнее изображение станда «Мехатронная линия FESTO». Станд состоит из интегрированной системы, которая включает в себя: оптические датчики, две конвейерные линии, робот-зажим, световой барьер, модуль сверления, толкающий механизм, клапаны, а также элементы пневматической системы.



Рисунок 1 – Общий вид станда «Мехатронная линия FESTO»

В зависимости от заданных функций станда и механизмов исполнения включает три станции, т. е. станции транспортировки деталей, определения/различения цвета деталей и их обработки (сверления) и хранения (показано на рисунке 2)

Алгоритм работы станда

На станде процесс начинается с получения детали из «склада» деталей роботом-зажимом. Механизм подачи детали после подачи детали робот-зажим помещает деталь на конвейер второй станции для определения ее цвета и правильного положения. Частица проходит через световой барьер и движется по конвейерной линии, таким образом с помощью электромагнитного излучения определяется цвет частицы. Далее движущаяся по конвейеру частица достигает площади робота-зажима, а он передает ее оптическому датчику, определяющему правильность (отсутствие дефекта) детали. После обнаружения деталь возвращается на конвейер и переходит на третью станцию.



Рисунок 2 – Станции, входящие в состав станда «Мехатронная линия FESTO»:
а– станция транспортировки; б– станция измерения (определение цвета и материала детали); в – буровая станция

На третьей станции производится бурение, после завершения процесса бурения деталь перемещается по конвейерам. После этого детали размещаются в складах в соответствии с их цветом. Кроме того, предусмотрены режимы «может быть ошибка» и «аварийный» при работе станда. В частности, это отсутствие детали в «хранилище» деталей или чрезмерное количество деталей и т.д. При этом у пользователя появляется возможность ручного режима управления.

Разработка программного обеспечения станда

Основным вычислительным устройством блока управления процессорного станда «Мехатронная линия FESTO» является промышленный контроллер FX5U-32M новой серии Mitsubishi MELSEC iQ - F. Для программирования и настройки используется программное обеспечение GX Works3. В качестве языка программирования была выбрана логика релейной связи (LAD).

В качестве панели оператора используется панель Mitsubishi GT 27 серии GOT 2000. На рисунке 3 показан промышленный контроллер FX5U-32M серии Mitsubishi MELSEC iQ-F и внешний вид панели GT 27 HMI серии Mitsubishi GOT 2000.



Рисунок 1 – Промышленный контроллер
а –FX5U - 32M серии Mitsubishi MELSEC iQ-F и панель б – GT 27 HMI серии Mitsubishi GOT 2000

Разработка экрана для панели HMI осуществляется с помощью программы GT Works 3. Это позволит панели HMI создать удобную и доступную мнемозащиту эффективного управления технологическими процессами. Используя все возможные преимущества среды программирования GT Works 3, на станде «Мехатронная линия FESTO» были разработаны специальные окна управления HMI. Внешнее изображение окон представлено на рисунке. 4.

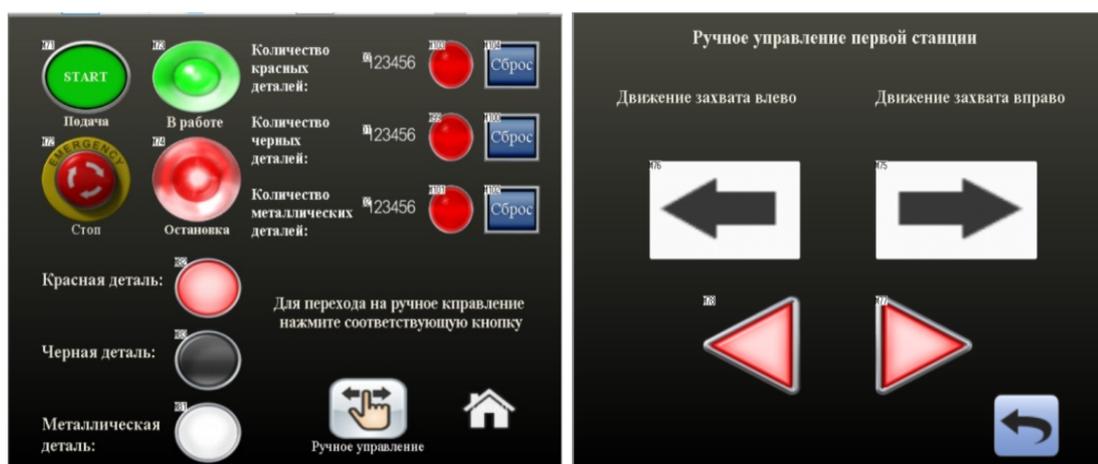


Рисунок 4 – Основные окна управления панели оператора HMI GOT 2000:
а – автоматическое управление; б – ручное управление.

С помощью панели HMI пользователю предоставляется возможность полностью автоматического управления стандом. Каждая станция, входящая в состав станда, также имеет возможность индивидуального ручного управления, в частности, при ручном управлении возможно выполнение таких функций, как включение конвейера, его отключение, подача детали на конвейер. Кроме того, панель HMI отображает информацию о деталях вдоль конвейеров, включая такую информацию, как цвет детали и количество деталей, поступивших на склады.

Разработка SCADA-системы станда в программе MasterSCADA

SCADA-система для станда «Мехатронная линия FESTO» разработана в российской программной среде MasterSCADA 3.x.

При разработке SCADA-системы для станда использовались такие мультимедийные элементы, как конвейер, дрель в палитре элементов. Внешний вид станда выполнен в программе PAINT. Разработанная SCADA-система представлена на рисунке 5.



Рисунок 5 – SCADA-система для станда «Мехатронная линия FESTO»

На окне SCADA-системы, т. е. мнемосхемы, отображается информация об исполнительных устройствах станда и измерительных устройствах, в частности о конвейерах, ро-

ботизированных зажимах и датчиках, их рабочем состоянии, а также о цвете детали, расположенной вдоль конвейера.

Несмотря на то, что мнемосхема успешно реализована, в процессе работы возникла трудность установления связи между контроллером со SCADA. Это объясняется тем, что MasterSCADA взаимодействует с устройствами более низкого уровня через OPC-сервер. Термин «OPC» относится к группе стандартов, описывающих технологии взаимодействия программного обеспечения, разработанного для промышленности автоматизации различных производителей. Как правило, речь идет о стандартизации запросов технических средств низшего уровня (контроллеры, интеллектуальные устройства и т.д.), т. е. используются единые драйверы, с помощью которых программное обеспечение верхнего уровня систем автоматизации может запросить оборудование. Основным преимуществом OPC является интеграция работы с источниками данных. Благодаря стандарту любой OPC-сервер может работать с любой системой SCADA. В результате позволяет подключить любое устройство к любому SCADA.

Связь с контроллером можно осуществлять через следующие интерфейсы: Ethernet, RS 232, RS-485, GSM. В проекте установлена связь с контроллером через Ethernet. Контроллер, который мы используем в проекте, это контроллеры FX5U. Поэтому ему нужен специальный протокол. MasterSCADA решила эту проблему, это Multi-Protocol MasterOPC.

Настройка OPC-сервера не займет много времени. Главное, чтобы он экспортировал переменные из программной среды GX Works3, встроенные в контроллер, и вставлял их в OPC-сервер. Так как на стенде используются три контроллера, то при настройке необходимо предоставить соответствующий IP-адрес. О том, что связь установлена, можно проследить в колонке связи. Если выведена надпись «GOOD» (см. рис.6), то можно установить связь с мнемосхемой и посмотреть работу SCADA-системы.

Стартовая конфигурация : OPCDiplom.mpp

Объекты

- Server
 - C1
 - C2
 - C3

Типы

Идентификатор	Регион	Адрес в реги...	Значение	Качество	Время	Тип в сер...	Доступ
C1.Mitsubishi FXS.Diagnosi...			false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadOnly
C1.Mitsubishi FXS.nalichde...	Input (...	6	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.vverhpo...	Input (...	0	true	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.nalzhpolozh...	Input (...	1	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.polozhn...	Input (...	2	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.otkrytz...	Output ...	0	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.otkrytz...	Output ...	1	true	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.podatde...	Output ...	2	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.dvizhza...	Output ...	3	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.dvizhza...	Output ...	4	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.green	Output ...	5	true	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.yellow	Output ...	6	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.red	Output ...	7	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.polozhz...	Input (...	3	true	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.polozhz...	Input (...	4	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.dat1	Data R...	2	0	GOOD	2021-05-2...	float	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.dat2	Data R...	3	0	GOOD	2021-05-2...	float	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.avarm	Internal...	101	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...
C1.Mitsubishi FXS.avarch	Internal...	103	false	GOOD	2021-05-2...	bool	ReadWr...

Рисунок 6 – Контроль качества сигналов на OPC-сервере

Дистанционное управление стандом с помощью функции GOT MOBILE

С помощью функции GOT mobile реализована возможность просмотра окон на панели НМИ через мобильные устройства (смартфон, планшет), т. е. мониторинга и удаленного управления стандом с помощью мобильных устройств посредством подключения к панели НМИ. Данная функциональная возможность описана на рисунке 7.



Рисунок 7– Схема подключения к функции GOT mobile

Для реализации данной технологии модуль беспроводной связи, в частности Wi-Fi-роутер, подключается непосредственно к панели HMI по кабелю Ethernet. Соответственно, необходимо подключить смартфон или планшет к сети интернет, распространяемой Wi-Fi-роутером. Здесь задействованные устройства, т. е. персональный компьютер, панель HMI, Wi-Fi-роутер и телефон (планшет) связываются с IP-адресом, аналогичным одной локальной сети. Например, 192.168.3.1 ... 192.168.3.19 ... 192.168.3.18 ... 192.168.3.2.

Разработка лабораторно-методического руководства станда

Разработаны методическое пособие и лабораторные работы по станду «Мехатронная линия FESTO». Методическое обеспечение, описывающее пошаговые действия работы со стандом, состоит из четырех лабораторных работ:

1. Ознакомление со стандом «Мехатронная линия Festo» и запуск работы первой станции.
2. Запуск работы буровой станции и связь с контроллером.
3. Запуск работы станций измерения и хранения.
4. Подготовка панели оператора к станду «Мехатронная линия Festo».

Целью данных работ является ознакомление с принципом работы лабораторного станда, приобретение навыков использования контроллера Mitsubishi для решения задач построения систем промышленной автоматизации, установление связи между контроллером и компьютером, приобретение навыков создания окна HMI для операторской панели Mitsubishi GOT 2000.



Рисунок 8 – Методическое пособие для станда «Мехатронная линия FESTO»

Заключение

Кроме того, в качестве методико-инструментальной помощи были написаны видеоинструкции. Они размещены на YouTube-канале «Кафедра АПП КарГУ». Надеемся, что представленное методическое пособие и видеоинструкции позволят обучить студентов старших курсов и магистрантов, а также повысить квалификацию инженеров.

На базе промышленного контроллера Mitsubishi Melsec L разработан блок управления станком процессорной техники FESTO, написана рабочая программа для данного блока, использовано устройство HMI GOT 2000 для данного станка, а также разработан комплекс с дистанционным управлением с использованием функции GOT Mobile.

Разработанный учебный комплекс позволяет студентам различных электромеханических специальностей получить практические навыки по настройке и эксплуатации системы InTouch SCADA. Кроме того, станок позволяет получить практические навыки по программированию промышленных контроллеров Mitsubishi серии Melsec L, а также изучить процессы, происходящие при управлении процессами поддержания уровня, давления, потока и температуры с помощью регулятора PID.

Разработаны методические указания и лабораторный практикум, которые помогут студентам эффективно изучить принципы работы с мехатронной сетью Festo на основе наблюдателей FXU.

Литература

1. 7 ключевых технологий Индустрии 4.0: от машинного обучения до 3D-печати. Партнерский материал 19 марта 2020. [High-tech.fm/2020/03/19/industry-4-0](https://high-tech.fm/2020/03/19/industry-4-0).
2. Фешин Б.Н., Шпакова Л.Г., Тохметова К.М. Оптимальное управление роботами в гибком автоматизированном производстве // Труды университета. – Караганда: КарГУ. – № 1. – 2019. – С. 145–148.
3. Каверин В.В., Эм Г.А., Байц В.Е., Имангалиева К.Ж., Ежебаева Ш.Е. Исследование характеристик энергии, наведённой в грозотросе высоковольтных воздушных линий электропередачи. Автоматика и информатика. – КарГУ, 2020, №1. – С. 20–27.