

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В. А. Павловский, Е. С. Якубовская

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ.
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по образованию в области автоматизации
технологических процессов, производств и управления
в качестве учебного пособия для студентов учреждений
высшего образования по направлению специальности
1–53 01 01-09 «Автоматизация технологических процессов
и производств (сельское хозяйство)»*

Минск
БГАТУ
2023

УДК 681.5(07)
ББК 32.965я7
П12

Рецензенты:

кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники
УО «Белорусский государственный технологический университет»
(кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой *Д. С. Карпович*);
кандидат технических наук, заведующий сектором информатизации
ЖКХ отдела жилищного хозяйства «Институт жилищно-коммунального
хозяйства НАН Беларуси» *Е. В. Тернов*

Павловский, В. А.

П12 Автоматизированные системы управления производством.
Лабораторный практикум : учебное пособие / В. А. Павловский,
Е. С. Якубовская. – Минск : БГАТУ, 2023. – 120 с.
ISBN 978-985-25-0240-5.

Лабораторный практикум содержит задания по освоению методики разработки автоматизированных систем управления производством в АПК, в том числе разработки программного обеспечения таких систем.

Издание предназначено для студентов учреждений высшего образования и специалистов в области автоматизации сельскохозяйственного производства.

УДК 681.5(07)
ББК 32.965я7

ISBN 978-985-25-0240-5

© БГАТУ, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа № 1. Структура и возможности учебного стенда. Техническое и программное обеспечение	6
Лабораторная работа № 2. Набор и редактирование управляющих технологических программ. Разработка программного обеспечения с реализацией стандартных функций таймера	20
Лабораторная работа № 3. Изучение схем соединения микропроцессорных контроллеров с объектом автоматизации. Программирование режима «Наладка» на базе сенсорной панели	29
Лабораторная работа № 4. Программирование событий реального времени	37
Лабораторная работа № 5. Архивация событий.....	46
Лабораторная работа № 6. Управление частотно-регулируемым приводом асинхронного двигателя.....	53
Лабораторная работа № 7. Программирование и визуализация контроля и управления температурными режимами	60
Лабораторная работа № 8. Программирование обмена данными между контроллерами.....	65
Лабораторная работа № 9. АСУ смешивания компонент на базе тензовесов и расходомера	78
Лабораторная работа № 10. АСУ микроклимата картофелехранилища. Разработка средств визуализации и архивации.....	84
Лабораторная работа № 11. АСУ приготовления жидкого корма свиньям. Разработка средств визуализации и архивации.....	89
Лабораторная работа № 12. АСУ раздачи жидкого корма свиньям. Разработка средств визуализации и архивации.....	93
Лабораторная работа № 13. АСУ идентификации животных. Разработка средств визуализации и архивации.....	97
Лабораторная работа № 14. АСУ доения коров. Разработка средств визуализации и архивации	101
Список использованных источников	104
Приложение. Характеристика преобразователя частоты Hitachi SJ 100	105

Введение

Анализ состояния и перспектив развития показывает, что, ввиду высокой сложности аграрного производства, получение конкурентоспособной продукции без новейших информационных наукоемких технологий невозможно. Интенсификация агропромышленного производства требует системной интеграции средств автоматизации технологических процессов и управления производством. Чтобы обеспечить активное энергосбережение, необходимо не просто установить экономичные устройства, но и управлять ими, используя только необходимое количество энергии. Именно фактор управления имеет решающее значение для достижения максимальной эффективности. Преимущества автоматизированных систем управления заключаются в гибкости конфигурирования и развития системы управления, возможности поэтапной комплексной автоматизации производства, относительно независимой модернизации и поддержания работоспособности отдельных производственных участков. Специалист в области автоматизации технологических процессов и производств должен обладать системным видением объектов автоматизированного управления, информационно-коммуникационных технологий и их программно-технической базы.

С учетом вышеизложенного **цель** учебной дисциплины «Автоматизированные системы управления производством» – формирование профессиональных знаний, практических навыков и развитие компетенций в проектировании и использовании автоматизированных систем управления производством как важного фактора повышения конкурентоспособности сельскохозяйственного производства.

Задачи учебной дисциплины:

- ознакомление с историей, основными понятиями и терминологией автоматизированных систем управления производством (далее – АСУП);
- изучение структуры и видов обеспечения АСУП;
- изучение назначения и устройства элементов АСУП;
- приобретение навыков в выборе структуры и разработке технического, алгоритмического и программного обеспечения АСУП;
- изучение примеров разработки и эксплуатации АСУ в сельскохозяйственном производстве;

– содействие мировоззренческому самоопределению и духовно-му становлению личности студента.

Подготовка специалиста в рамках учебной дисциплины «Автоматизированные системы управления производством» должна обеспечить формирование компетенций:

– быть способным выбирать, конфигурировать компьютерные сети, разрабатывать системы автоматического управления производством;

– быть способным находить компромиссные и конструктивные решения в ситуациях столкновения интересов различных культур.

Освоить методику разработки автоматизированных систем управления производством в АПК, а также программного обеспечения можно в ходе лабораторных занятий общим объемом 32 часа по заданиям лабораторного практикума.

Лабораторная работа № 1

Структура и возможности учебного стенда. Техническое и программное обеспечение

Цель работы: изучение структуры и возможности учебного стенда и приобретение навыков создания документации проекта АСУ на базе технических средств учебного стенда.

Сведения к лабораторной работе

Учебный стенд включает в себя ПЛК Simatic S7-1200, компьютер с установленной на нем средой программирования и конфигурирования аппаратных средств, коммутационное оборудование с использованием сетевых интерфейсов Profibus и Industrial Ethernet, блоки имитации входных и индикации выходных дискретных и аналоговых электрических сигналов (рис. 1.1). Также на стенде представлена сенсорная панель оператора KTP700 Basic Color PN – устройство ввода и отображения информации.



Рис. 1.1. Общий вид учебного класса:

а – рабочие места; *б* – панель с контроллером и блоками имитации

В качестве программатора используется ПЭВМ с лицензионной системой программирования ТИА (Totally Integrated Automation) Portal (V13).

Программируемый логический контроллер Simatic S7-1200 (рис. 1.2) объединяет в компактном корпусе микропроцессор, встроенный блок питания, входные и выходные цепи. ПЛК серии S7-1200 имеют модульную конструкцию. Т. е. к центральному процессору (ЦПУ) ПЛК S7-1200 при необходимости увеличения числа обрабатываемых информационных сигналов могут быть подключены коммуникационные модули (CM), сигнальные модули (SM) и сигнальные платы (SB) ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов (табл. 1.1).

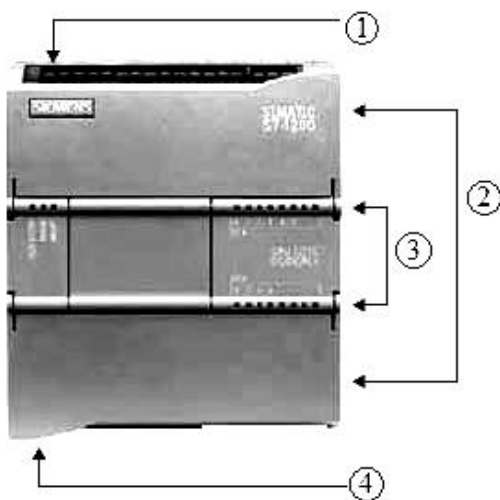


Рис. 1.2. Внешний вид ПЛК Simatic S7-1200:

- 1 – разъем питания;
- 2 – съемный клеммный блок для подключения пользователя (за дверцами);
- гнездо для карты памяти (под верхней дверцей);
- 3 – светодиоды состояния для встроенных входов/выходов;
- 4 – разъем PROFINET

Для того чтобы обеспечить поступление информации о состоянии объекта управления, необходимо обеспечить подключение различных датчиков параметров технологических процессов к входам контроллера. С точки зрения схем подключения, датчики можно разделить на датчики с унифицированным выходом и специализированные. Унифицированные выходы датчиков включают три типа: выход типа «ключ»; непрерывный, с информационным сиг-

налом в виде тока, напряжения или частоты импульсов; сетевые, когда для передачи данных используются протоколы локальных вычислительных сетей. Если датчик не имеет унифицированного выхода, как, например, термометр сопротивления металлический ТСП, то необходимо наличие специализированных входных модулей в составе контроллера.

Таблица 1.1

Технические характеристики ПЛК Simatic S7-1200

Напряжение питания	+24 В постоянного тока
Встроенная загружаемая память	2 МБ
Встроенная рабочая память	50 КБ
Энергонезависимая память для сохранения данных при перебоях в питании	2 КБ
Битовая память (М)	8192 байта
ПИД-регулирование	Поддержка 16 контуров
Скоростные счетчики	3×100 кГц + 3×30 кГц
Импульсные выходы	2×100 кГц
Встроенные аппаратные часы реального времени	Запас хода без подключения питания – 240 часов
Интерфейс Ethernet	1×RJ45, 10/100 Мбит/с
Встроенные входы и выходы	2 аналоговых входа 0...10 В/10 бит
	14 цифровых входов, 24 В
	10 цифровых выходов, 24 В/0,5А на основе транзисторных ключей
Количество каналов системы локального ввода/вывода:	
каналов ввода/вывода дискретных сигналов, не более:	144/140
каналов ввода/вывода аналоговых сигналов, не более:	34/17

Широко распространены датчики с выходом типа «ключ», т. е. имеющие два состояния: технологический параметр достиг заданного значения или нет. В качестве примера можно привести датчики конечного положения с выходом в виде механического контакта или транзисторного ключа. Такие датчики называют бинарными или дискретными. Схемы подключения датчиков и исполнительных механизмов к программируемым контроллерам унифицированы. Дискретные входы (discreet input, DI), как правило, рассчитаны на напряжение 24 В и потребляют ток в диапазоне 4...10 мА (рис. 1.3).

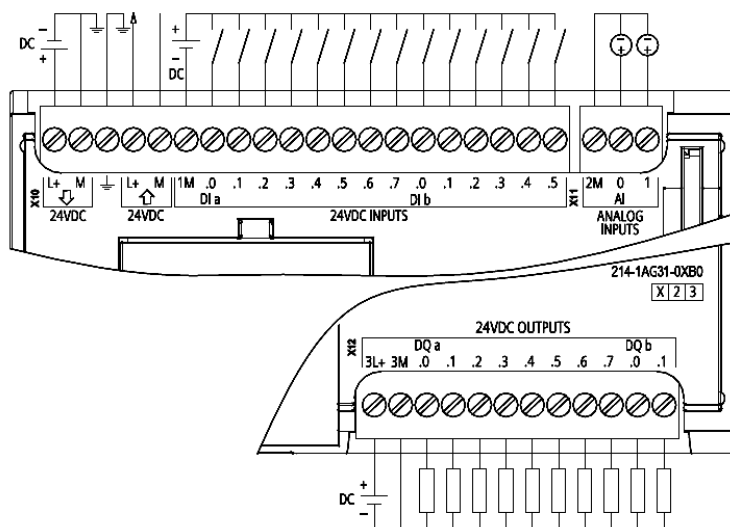


Рис. 1.3. Схема подключения к входам и выходам контроллера внешних устройств

При замыкании контакта напряжение 24 В поступает на дискретный вход контроллера, например, DIa.0. В этом случае операционная система контроллера записывает в соответствующую однобитовую ячейку памяти входов состояние входа DIa.0 как логическую 1 (TRUE), при размыкании контакта и отсутствии напряжения на входе – записывается состояние логический 0 (FALSE).

Такие типы сигналов являются широко распространенными. Причем, в качестве источника дискретного сигнала может выступать не только механический контакт, имеющий два состояния «замкнут/разомкнут», но и любой электронный прибор. Таким

прибором наиболее часто является транзистор в ключевом режиме. Но обычные дискретные входы контроллеров рассчитаны на сигналы, длительность которых должна превышать время выполнения цикла прикладной программы. Цикл выполнения программы является внутренней характеристикой конкретного контроллера и может изменяться в широких диапазонах, например, 10...500 мс. Если необходимо воспринимать информацию с датчиков, имеющих высокочастотный импульсный выход, например, в диапазоне 0...2000 кГц, используются специализированные входы контроллера, способные работать в режиме высокочастотного счетчика. Таким образом, подключение датчиков с дискретным сигналом является достаточно тривиальной задачей, не требующей глубоких знаний электроники.

Пользователь имеет доступ только к клеммникам контроллера, однако полезно владеть информацией о входном каскаде, который и осуществляет первичную обработку сигнала (рис. 1.4). Для повышения помехоустойчивости связь внешних электрических сигналов с внутренней схемой контроллера осуществляется через оптоин, выполняющий функцию гальванической развязки цепей питания внешних датчиков от цепей питания внутренних микросхем ПЛК. Наличие гальванической развязки препятствует проникновению внешних помех во внутренние электрические схемы контроллера и повышает надежность его функционирования.

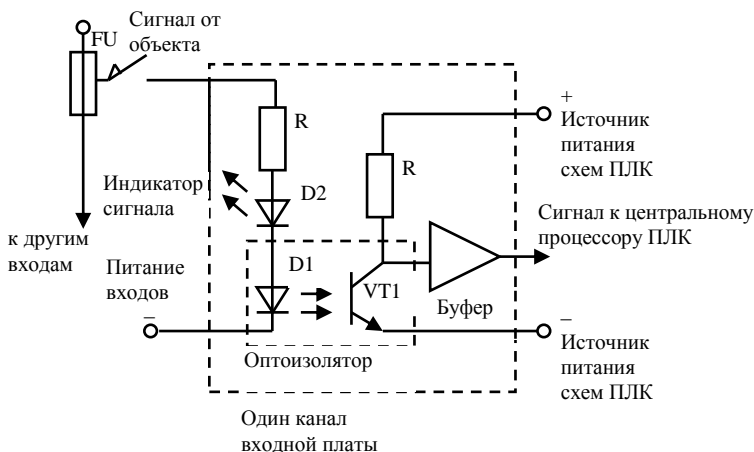


Рис. 1.4. Типовая схема первичного каскада дискретного входа

Вывод дискретных сигналов используется для управления состоянием «включено/выключено» исполнительных устройств. Устройства вывода отличаются большим многообразием. Знание структуры выходных каскадов необходимо для правильного их применения. Выходные платы также нуждаются в некотором изолирующем барьере, чтобы ограничить ущерб от возможных неисправностей на стороне объекта и исключить электрические помехи, нарушающие работу процессора (рис. 1.5).

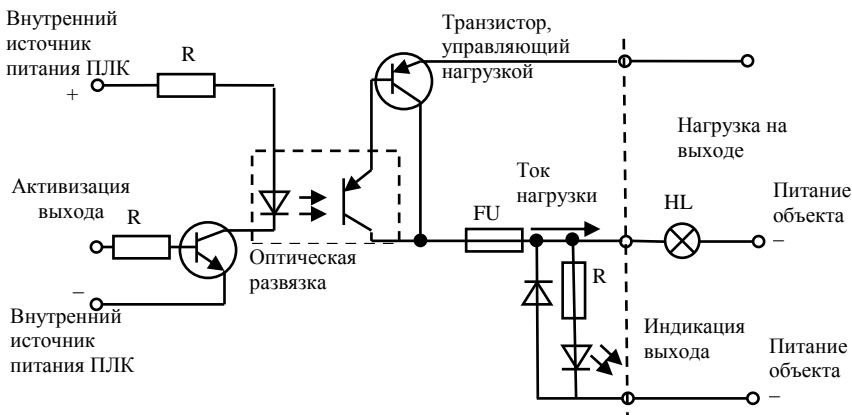


Рис. 1.5. Типовая схема каскада транзисторного выхода ПЛК

На учебном стенде имеются модули имитации входных дискретных сигналов, индикации и коммутации выходных дискретных сигналов, ввода/вывода индикации и коммутации аналоговых сигналов, предназначенные для учебной имитации подачи на контроллер внешних входных и снятия с контроллера управляющих выходных сигналов (рис. 1.6).

Модуль Festo 8DOut (рис. 1.6, б) – приемник выходных цифровых сигналов. Содержит 8 светодиодных индикаторов уровней выходных цифровых сигналов контроллера и позволяет передавать их на внешнюю нагрузку через соединительные разъемы.

Модуль Festo 8DIn (рис. 1.6, а) – источник входных цифровых сигналов – позволяет подавать на цифровые входы контроллера одновременно до 8 дискретных сигналов постоянного напряжения +24 В.

Модуль Festo 4AIн/2AOuт (рис. 1.6, в) – модуль ввода/вывода аналоговых сигналов. Модуль обеспечивает подачу на аналоговые входы контроллера до 4 аналоговых сигналов в диапазоне от 0 до 10 В постоянного напряжения. При переключении соответствующего тумблера в верхнее положение значение аналогового напряжения задается вращением ручки потенциометра. При переключении тумблера в нижнее положение аналоговое напряжение может быть подано от внешнего источника при подключении его через 4 мм электрический разъем. Модуль обеспечивает также отображение значений двух сигналов с аналоговых выходов контроллера в диапазоне от -10 до +10 В постоянного напряжения с возможностью подключения нагрузки. Значение аналогового напряжения отображается на цифровом вольтметре.

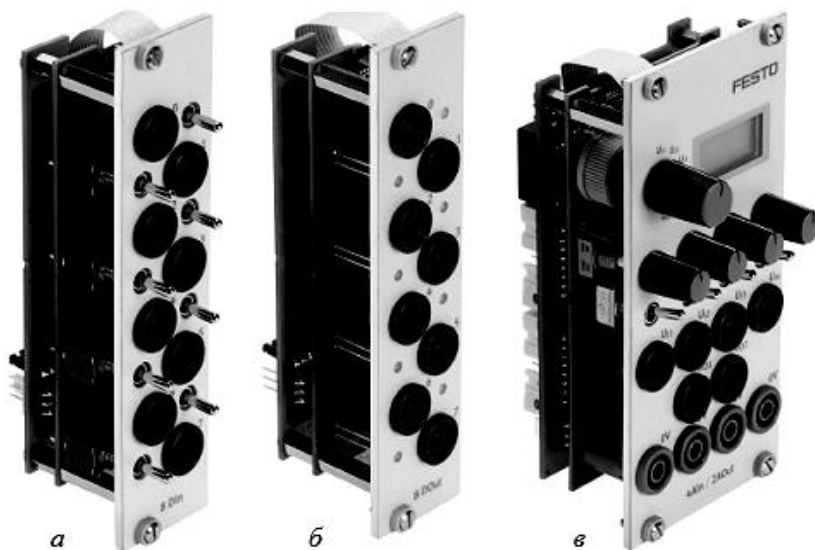


Рис. 1.6. Модули ввода/вывода цифровых и аналоговых сигналов: а – модуль Festo 8DIн; б – модуль Festo 8DOuт, в – Festo 4AIн/2AOuт

В качестве выхода аналогового сигнала контроллера на его передней стороне имеется аналоговая сигнальная плата SB 1223 AQ 1x12bit. Схема подключения нагрузки к единственному аналоговому выходу показана на рис. 1.7.

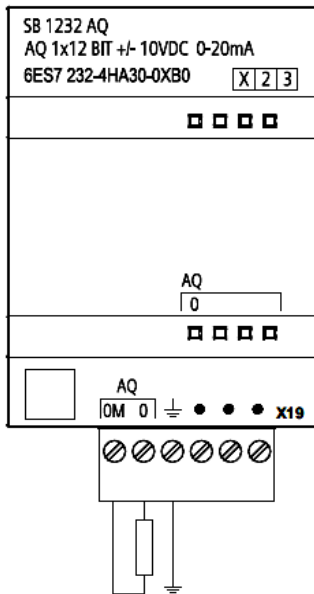


Рис. 1.7. Схема подключения нагрузки к аналоговому выходу ПЛК

Сенсорная панель оператора КТР700 Basic – предназначена для визуализации параметров процесса (объекта) и/или осуществления операторского управления. Сенсорная панель оператора позволяет реализовать следующие функции человеко-машинного интерфейса:

- отображение параметров технологического процесса (или объекта) в текстовом или графическом режимах;
- управление и обработка аварийных сообщений, регистрация времени и даты возникновения аварийных сообщений;
- ручное управление с помощью функциональных кнопок или сенсорного экрана;
- построение диаграмм и трендов, отображение сводных отчетов;
- возможность программирования графики и настройки функциональных клавиш.

Аппаратная архитектура панели оператора устроена по подобию обычных персональных компьютеров, только вместо жесткого диска используется Flash-память. Типовая панель состоит из следующих аппаратных компонентов: процессор; оперативная память

небольшого объема; встроенная Flash-EEPROM память (ПЗУ) для хранения ОС и накопления пользовательских данных; различные слоты расширения и интерфейсы для подключения программатора и/или сети передачи данных.

Сенсорная панель оператора KTP700 Basic имеет следующие характеристики:

напряжение питания – + 24 В постоянного тока;

разрешение экрана – 800×480 точек;

объем доступной для хранения пользовательских данных оперативной памяти – 10 Мб;

1 слот для подключения устройств USB объемом до 16 Гб;

1 слот для сетевого подключения по стандарту Industrial Ethernet;

поддерживаемые протоколы передачи данных: PROFINET, TCP/IP, DHCP, SNMP, DCP, LLDP, MODBUS.

Коммутатор SCALANCE XB005 используется для сетевого соединения компьютера (устройства программирования), ПЛК Simatic S7-1200 и сенсорной панели оператора (рис. 1.8).

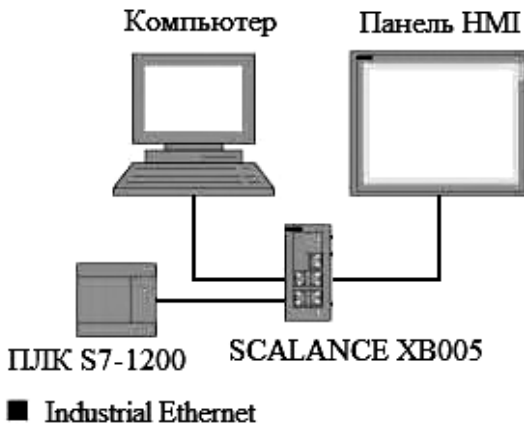


Рис. 1.8. Звездообразная топология сети на лабораторном стенде

При включении питания встроенная в ПЛК операционная система выполняет самотестирование и настройку аппаратных ресурсов, очистку оперативной памяти данных (ОЗУ), контроль целостности прикладной программы пользователя. Если прикладная

программа сохранена в памяти программ, ПЛК переходит к основной работе, которая состоит из постоянного повторения последовательности действий, входящих в рабочий цикл. В самом начале цикла ПЛК производит физическое чтение входов. Считанные значения входных сигналов размещаются в области памяти входов. Таким образом, создается одномоментная зеркальная копия значений входов. Далее выполняется код пользовательской программы. Пользовательская программа работает с копией значений входных и выходных сигналов, размещенной в соответствующих областях (I-область и R-область) системной памяти данных.

После выполнения кода пользовательской программы операционная система ПЛК выполняет копирование расчетных значений выходных сигналов из R-области памяти на физические выходы ПЛК (рис. 1.9).

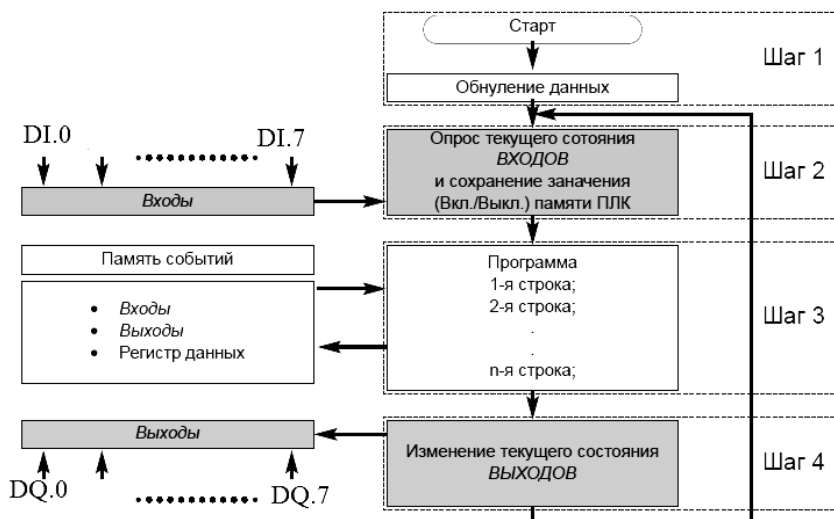


Рис. 1.9. Цикл выполнения управляющей программы пользователя в ПЛК

Такая последовательность действий, включающая замер, обсчет и выработку воздействия, называется рабочим циклом ПЛК или прогоном программы. Время выполнения цикла программы может варьироваться в широких пределах, например, 10...500 мс. Таким образом, вычисления в ПЛК всегда повторяются циклически. Вы-

полняемые действия зависят от значения входов контроллера, предыдущего состояния и определяются пользовательской программой.

Порядок выполнения лабораторной работы

Постановка задачи

В процессе выполнения лабораторной работы необходимо изучить учебный стенд, состав технического и программного обеспечения, разработать принципиальную электрическую схему стенда на базе изученного оборудования, создать (загрузить) в TIA Portal простейший проект для ПЛК Simatic S7-1200 и исследовать возможности стенда по имитации и индикации входных и выходных сигналов.


Работа с учебным стендом

Изучить сведения к лабораторной работе.

Подать питание на компьютер.

Запустить интегрированную среду разработки TIA Portal V13 щелчком ЛК по соответствующему значку на рабочем столе компьютера либо из меню Пуск→Все программы→Siemes automation→TIA Portal V13. Изначально рабочее окно среды разработки TIA Portal находится в режиме портального представления (рис. 1.10).

Чтобы опробовать работу учебного стенда, необходимо загрузить готовый проект, используя пункт Open existing project и выбрать проект по пути D:\ASUP2021\ПРИМЕРЫ\Пример1, далее нажать кнопку Open. Перейдем к проектно ориентированному представлению в TIA Portal, нажав кнопку Project view.

Для загрузки проекта в ЦПУ необходимо в главном меню выбрать команду Online→Download to device (Загрузить в устройство). Альтернативный способ: на панели инструментов щелкнуть на символе  (Загрузить в устройство).

При этом в появившемся диалоговом окне (рис. 1.11) необходимо указать интерфейс связи между ЦПУ и компьютером (Type of the PG/PC interface) – PN/IE, а также название сетевого интерфейса устройства программирования (PG/PC interface) – в нашем случае это название сетевой карты компьютера Realtek PCIe GBE Family Controller.

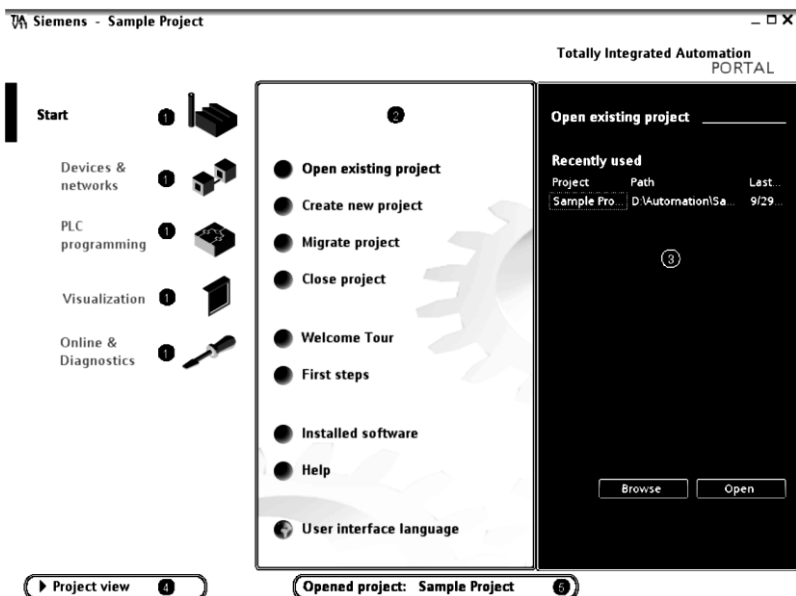


Рис. 1.10. Портальное представление структуры проекта (portal view):

- 1 – панели задач; 2 – действия для выбранной задачи;
- 3 – панель выбора вариантов для указанного действия;
- 4 – переход к проектно ориентированному представлению;
- 5 – название открытого проекта

После нажатия кнопки Start search (начать поиск) компьютер выполняет поиск и установление связи с подключенным к нему оборудованием, соответствующим заданному в проекте (в нашем случае – только с одним ЦПУ PLC_1). После установления такой связи и нажатия кнопки Load (загрузить) выполняется загрузка программы пользователя в память ЦПУ и его запуск.

Затем необходимо проделать то же самое для загрузки проекта в панель оператора, выделив мышью схематическое изображение сенсорной панели в диалоге.

Подавая сигналы на входы контроллера, используя модуль Festo 8DIn, наблюдать изменения по световым индикаторам на входах контроллера S7-1200 и на экране панели оператора. Переключая переключатели на экране панели оператора, наблюдать изменения состояния индикации выходов контроллера S7-1200 и на модуле Festo 8DOut.

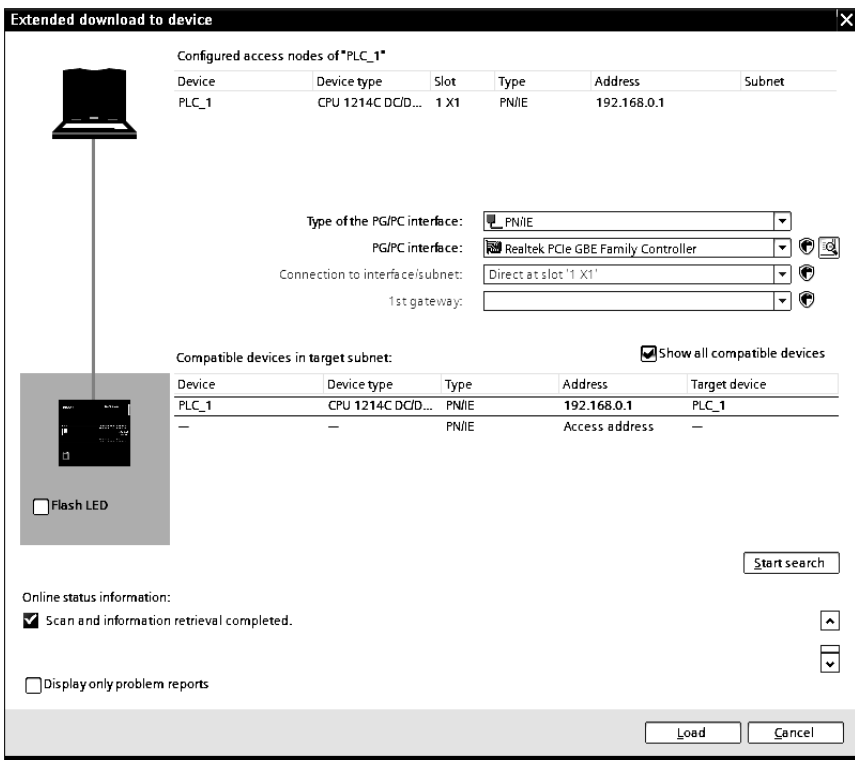


Рис. 1.11. Диалоговое окно загрузки программы пользователя в ЦПУ

Аналогично опробовать работу с аналоговыми входными сигналами, вращая рукоятку потенциометров UR1, UR2 для соответствующего канала.

После завершения опробования программы выключить питание учебного стенда.

Составить принципиальную электрическую схему учебного стенда, опираясь на схему рис. 1.3 и 1.8 и коммутацию учебного стенда. На схеме показать выключатель питания, блок питания, контроллер с платой аналогового выхода, переключатели для имитации сигналов, подаваемых на входы контроллера, световые индикаторы, модули имитации аналоговых сигналов на входы контроллера и индикации аналоговых сигналов на выходе контроллера.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема учебного стенда.
3. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Раскройте структуру учебного стенда.
2. Что такое дискретный вход или выход? Как определяются их состояние?
3. Понятие и состав программного обеспечения. Операционная система. Система программирования. Прикладная программа.
4. Дайте характеристику дискретным входам и выходам контроллера S7-1200.
5. Дайте характеристику аналоговым входам контроллера S7-1200.
6. Покажите на схеме и учебном стенде, что подключено к дискретному входу DIa.2.
7. Покажите на схеме и учебном стенде, что подключено к дискретному выходу DQb.1.

Лабораторная работа № 2

Набор и редактирование управляющих технологических программ. Разработка программного обеспечения с реализацией стандартных функций таймера

Цель работы: приобретение навыков создания управляющих технологических программ в среде программирования TIA Portal, изучение функций таймера и принципов его использования в программах для ПЛК, приобретение навыков программирования по решению технологических задач с использованием функций таймера.

Сведения к лабораторной работе

Для разработки программ для ПЛК в настоящее время используются интегрированные среды разработки (ИСП, англ. IDE – Integrated development environment), содержащие в своем составе текстовые редакторы, компиляторы, редакторы связей, загрузчики и симуляторы. ИСП обычно представляет собой единственную программу, в которой проводится вся разработка. Она, как правило, содержит много функций для создания, изменения, компилирования, развертывания и отладки программы ПЛК.

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) – интегрированная среда разработки программного обеспечения систем автоматизации технологических процессов на основе оборудования производства фирмы Siemens. В TIA Portal объединены три основных программных пакета:

- Simatic Step 7 v.11 для программирования контроллеров S7-1200, S7-300, S7-400 и WinAC;
- Simatic WinCC v.11 для разработки человеко-машинного интерфейса (программирование сенсорных панелей и SCADA-систем);
- Sinamics StartDrive v.11 для программирования преобразователей частоты Sinamics.

Принципы разработки программы в среде TIA Portal изложены в [1, с. 24–35]. Остановимся подробно на функциях таймера и их использовании в управляющих программах.

Задача использования таймера возникает при управлении технологическим оборудованием достаточно часто. Это и выдержка времени, например, на запаривание корма или необходимость реверсировать привод с выдержкой времени, или обеспечить дозирование материала, рассчитав по расходу необходимую дозу при некотором времени работы выгрузного устройства и т. д. Поэтому ПЛК должен иметь в своем составе таймеры как часть языка программирования.

В ПЛК S7-1200 представлены в распоряжение программиста следующие программные блоки, реализующие функции таймеров.

TP (Generate pulse) – импульсный таймер – генерирует однократный импульс заданной длительности. Когда на дискретном входе IN имеет место положительный фронт импульса (значение изменяется с FALSE в TRUE), значение на выходе Q устанавливается равным TRUE, и начинается отсчет интервала времени, указанного на входе PT. В течение всего указанного интервала времени значение на выходе Q сохраняется равным TRUE (независимо от возможных изменений сигнала на входе IN), а по окончании интервала времени – устанавливается в FALSE. При этом значение времени, прошедшего с момента начала отсчета, сохраняется на выходе ET (elapsed time – прошедшее время).

TON (Generate on-delay) – задержка включения на заданное время. Когда на дискретном входе IN имеет место положительный фронт импульса (значение изменяется с FALSE в TRUE), начинается отсчет указанного интервала времени, по истечении которого значение на выходе Q устанавливается в TRUE. После установления выхода $Q=TRUE$ это значение сохраняется в течение всего времени, пока значение на входе $IN=TRUE$. Как только $IN=FALSE$, значение на выходе Q сразу же сбрасывается в FALSE.

TOF (Generate off-delay) – задержка выключения на заданное время. Когда значение $IN=TRUE$, значение на выходе также сразу устанавливается $Q=TRUE$. Когда значение на входе IN изменяется с TRUE на FALSE, начинается отсчет указанного интервала времени, по истечении которого значение на выходе Q сбрасывается в FALSE.

TONR (Timer accumulator) – запоминающий таймер с запаздыванием включения. Выход запоминающего таймера с запаздыванием включения устанавливается в состояние TRUE по истечении

заранее заданного времени. Истекшее время накапливается в переменной на выходе ET все время, пока вход IN=TRUE. Если на вход IN подать FALSE, накопление прекратится, а при подаче TRUE на IN – возобновится. Когда накопленное значение времени достигнет требуемого интервала PT, значение на выходе Q установится равным TRUE. Подача сигнала TRUE на вход R (reset) сбрасывает накопленное значение времени ET в 0, а значение на выходе Q – в FALSE независимо от сигнала на входе IN.

Важнейшим параметром для всех перечисленных блоков таймеров является длительность задаваемого интервала времени PT (preset time), которую часто называют *уставкой*. Значение уставки PT, а также значение истекшего времени ET (elapsed time) выражаются в миллисекундах, что хранится в памяти ПЛК в виде двойного целого числа со знаком. Такой тип данных имеет название TIME. Значение типа данных TIME использует идентификатор T# и может быть введено как простая единица времени, например, "T#200ms", или в виде комбинированных единиц времени, например, "T#5s_200ms".

RESET_TIMER – сбрасывает указанный таймер программно в исходное состояние.

PRESET_TIMER – устанавливает заданное значение временной уставки для указанного таймера.

Порядок выполнения лабораторной работы

Постановка задачи управления

В технологической линии имеется два последовательно установленных транспортера: подающий с двигателем M1 и выгружающий с двигателем M2 (рис. 2.1). То есть линия является поточной.

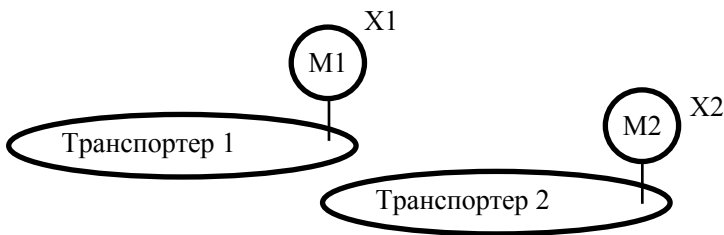


Рис. 2.1. Расположение оборудования

Порядок включения для отсутствия лишней нагрузки при пуске транспортеров, обычный в таких случаях с конца линии, и с небольшой задержкой между включениями для уменьшения нагрузки электрической сети пусковыми токами. Таким образом, при поступлении сигнала включения необходимо включить сначала М2 и затем через пару секунд М1.

Порядок выключения обратный, при поступлении сигнала на выключение сначала выключается подающий транспортер М1, а затем, с выдержкой времени, достаточной для полного освобождения от содержимого лежащего на нем, транспортер М2. Таким образом, при поступлении сигнала выключения необходимо выключить М1 и с выдержкой времени в пять секунд М2.

Сигнал включения подается аппаратом ручного воздействия, то есть оператором нажатием кнопки «а», сигнал выключения будет поступать от аппарата технологического воздействия, то есть некоторого датчика заполнения «в».

В общем виде символьная запись алгоритма управления представлена на рис. 2.2.

При разработке управляющей технологической программы следует учесть технологические блокировки для поточной линии: подающий транспортер М1 не может быть включен при выключенном выгрузном транспортере М2, при любых попытках включить.

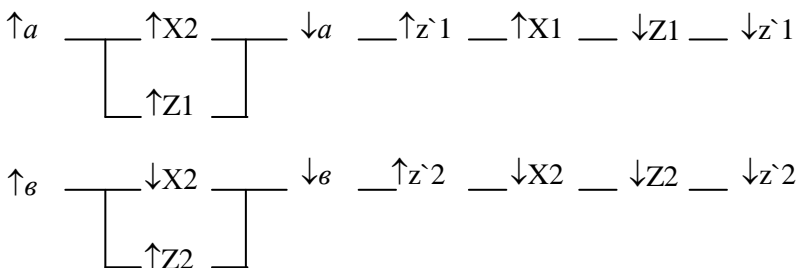


Рис. 2.2. Символьная запись алгоритма

Решение задачи

В записи алгоритма для задержки включения М1 используется реле времени, состоящее из катушки Z1, на которую подается напряжение, и контакта z'1, который замыкается после заданной

выдержки времени при поданном напряжении на катушку и размыкается мгновенно после снятия напряжения питания катушки.

В инструкциях контроллера S7 1200 для организации задержки включения и выключения используем инструкцию – функциональный блок TON, – работающую аналогично приведенному выше описанию.

Из контекстной справки программы TIA PORTAL, приведенной на рис. 2.3, следует, что сигнал на входе блока TON должен быть до истечения времени задержки.

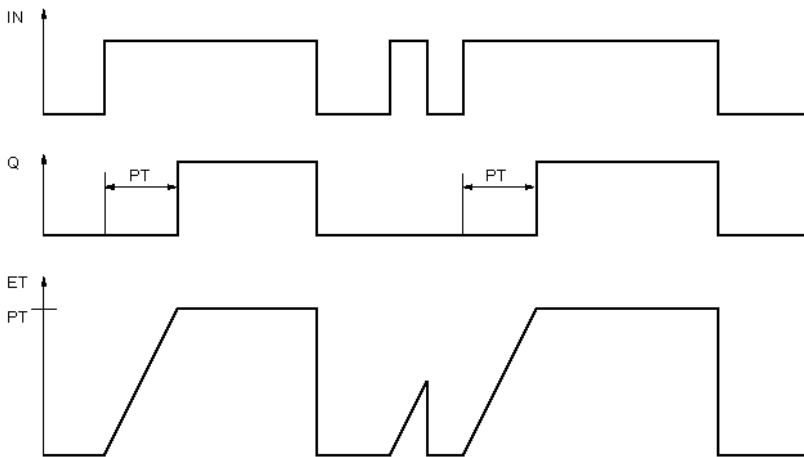


Рис. 2.3. Диаграмма работы таймера TON

Листинг программы представлен на рис. 2.4 и 2.5. Символьные переменные, использованные в программе, приведены в табл. 2.1.

При наличии сигнала включения "a" и отсутствии сигнала выключения "b" включается двигатель транспортера "m2" и запоминается поступление сигнала на включение в бит "mem_a", поскольку сигнал "a" кратковременный и не обеспечивает корректную работу таймера.

При наличии сигнала "mem_a" тамер TON %DB2 начинает отсчет заданной уставки в 2 секунды, по истечении которой включается "m1" и сбрасывается в ноль бит "mem_a". При сбросе "mem_a" таймер обнуляется и готов к новому циклу. Включение транспортеров закончено.

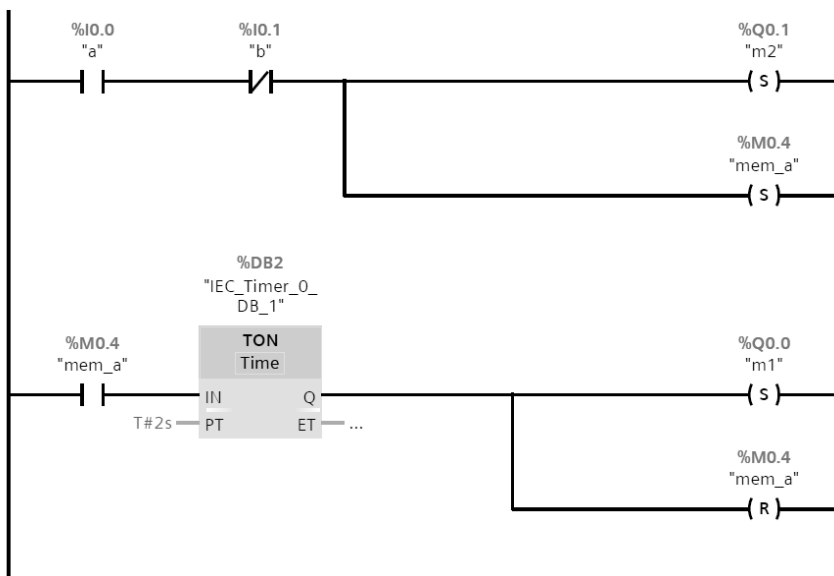


Рис. 2.4. Network 1: Включение транспортеров

Таблица 2.1

Использованные теги в Network 1 и Network 2

Symbol Символ	Address Адрес	Type Тип	Comment Комментарий
"a"	%I0.0	Bool	Пуск (кнопка)
"b"	%I0.1	Bool	Стоп (датчик)
"m1"	%Q0.0	Bool	Транспортер1
"m2"	%Q0.1	Bool	Транспортер2
"mem_a"	%M0.4	Bool	Бит памяти a
"mem_b"	% M0.1	Bool	Бит памяти b

При наличии сигнала выключения "b" выключается двигатель "m1" и запоминается поступление сигнала выключения в бит "mem_b".

При наличии сигнала "mem_b" тамер TON %DB1 начинает отсчет заданной уставки в 5 секунд, по истечении которой выключается "m2" и сбрасывается в ноль бит "mem_b", после чего таймер

обнуляется и готов к новому циклу. Выключение транспортеров закончено.

Последняя цепочка обеспечивает технологическую блокировку включения двигателя "m1" при выключенном двигателе "m2" при любой попытке такого включения (см. рис. 2.5).

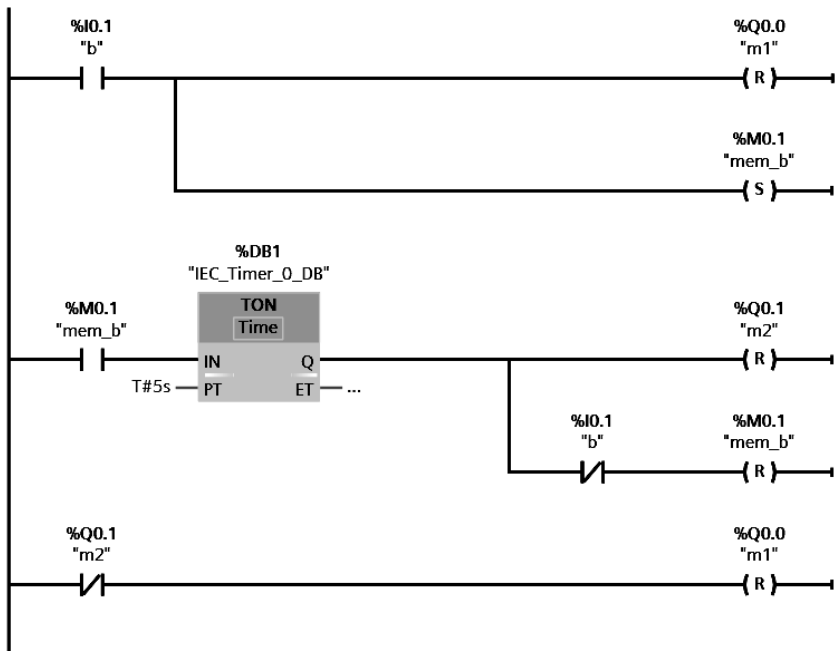


Рис. 2.5. Network 2: Выключение транспортеров

Визуализация работы программы осуществляется созданием на экране графической панели оператора изображения транспортеров, аналогично приведенному на рис. 2.1, и выбору для окружностей, изображающих двигатели транспортеров, эффекта изменения цвета заливки фигуры, например, на зеленый цвет, при значении, равном 1, соответствующих тегов "m1" и "m2".

Реализация технологической программы

В процессе выполнения лабораторной работы для закрепления сведений о стандартных таймерных блоках TP, TON, TOF и TONR, реализованных в ПЛК Simatic S7-1200, необходимо создать новую

программу, в которой задействовать все необходимые таймерные блоки, и исследовать ее работу на лабораторном стенде.

Запуск интегрированной среды разработки TIA Portal V13, создание в ней нового проекта и конфигурация используемого аппаратного оборудования описаны в лабораторной работе № 1.

Для определения символьных имен, используемых в программе переменных, выбрать в дереве проекта (Project tree) пункт PLC_1→PLC tags→Default tag table, открыть таблицу символьных имен переменных, в которой определить символьные имена согласно табл. 2.1.

Далее необходимо добавить в проект новый кодовый блок типа Organization Block, Program cycle – организационный блок циклического исполнения с вводом программы на языке LAD.

Так как таймерные блоки являются готовыми к использованию системными блоками, реализованными в пакете Simatic Step 7, то для их ввода в программу не следует набирать вручную соответствующий код, а нужно воспользоваться *одним из двух* вариантов:

- поместив курсор в рабочем окне ввода программы в нужное место, перейти на панель инструкций Instructions, открыть вкладку Instructions→Basic instructions→Timer operations и дважды щелкнуть левой клавишей мыши на значке нужного блока;

- сначала перейти на панель инструкций Instructions, открыть вкладку Instructions→Basic instructions→Timer operations и перетащить мышью значок нужного блока в нужное место программы.

При этом среда Simatic Step 7 автоматически предложит создать новый системный блок данных, связанный с функциональным блоком таймера, и в появившемся диалоговом окне «Call options» предложит ввести название блока данных. В данном случае необходимо согласиться с предлагаемым по умолчанию вариантом и просто нажать ОК. В результате этого в рабочем окне ввода программы появится кодовый блок таймера.

В данный кодовый блок в скобках нужно ввести переменные, являющиеся входными и выходными параметрами. Так, справа от параметра "IN" помещена подсказка _bool_in_, что говорит о том, что данный параметр является входным параметром блока таймера и на его месте должна быть указана переменная типа Bool. В качестве параметра "PT" (уставка) может быть указана как переменная

типа Time, так и константа того же типа, например, T#5s. Для выходного параметра Q нужно указать выходную переменную типа Bool, а для выходного параметра ET – переменную типа Time, в которой будет автоматически сохраняться накопленное значение времени, т. е. время, прошедшее с момента подачи сигнала на вход блока таймера. Параметр ET можно не указывать, если в этом нет нужды.

Таким образом, в программу нужно добавить все инструкции так, как это показано на рис. 2.4 и 2.5.

Загрузить программу в ПЛК и исследовать ее работу на стенде.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Схемы подключения дискретных входов и выходов к контроллеру.
3. Листинг программы управления транспортерами.
4. Временные диаграммы изменения сигналов на входах и выходах исследуемых таймерных блоков.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Для каких целей используются таймерные блоки в программах ПЛК?
2. Какие таймерные блоки реализованы в ПЛК S7-1200?
3. Каково назначение входов и выходов блоков TP, TON, TOF?
4. Каково назначение входа R блока TONR?
5. В чем состоит отличие блока TONR от блока TON?
6. Приведите примеры задач управления, которые для своего решения требуют использования таймерных блоков.
7. Перечислите известные вам блоки таймеров и их назначение.

Лабораторная работа № 3

Изучение схем соединения микропроцессорных контроллеров с объектом автоматизации.

Программирование режима «Наладка» на базе сенсорной панели

Цель работы: изучение схем подключения контроллеров, приобретение навыков составления схем соединения, изучение возможностей визуализации управления на базе сенсорной панели, приобретение навыков создания проекта АСУ с визуализацией управления.

Сведения к лабораторной работе

Для визуализации процессов измерения, регулирования различных параметров в промышленности используют сенсорные панели. Преимуществом использования этих устройств является их компактность, простота программирования, невысокая стоимость. Сенсорные панели разных производителей и разных поколений обладают разными функциональными возможностями.

Типовая панель предоставляет пользователю следующую функциональность:

- визуализация параметров технологического процесса (или объекта) в текстовом или графическом режимах;
- управление и обработка аварийных сообщений, регистрация времени и даты возникновения аварийных сообщений;
- ручное управление с помощью функциональных кнопок или сенсорного экрана;
- возможность программирования графики и настройки функциональных клавиш;
- построение диаграмм и трендов, отображение сводных отчетов.

Пример подключения и настройки сенсорной панели

Методику включения в проект и настройки сенсорной панели рассмотрим на примере задачи визуализации работы входов и выходов контроллера. Индикацию входов и выходов выполним

в отдельном окне панели оператора, организовав на него переход по кнопке.

Решение этой задачи необходимо начинать с программирования контроллера. Запуск интегрированной среды разработки TIA Portal V13, создание в ней нового проекта, добавление в проект контроллера и его настройка описаны в лабораторной работе № 1.

Для определения символьных имен, используемых в программе переменных, выбрать в дереве проекта (Project tree) пункт PLC_1→PLC tags→Default tag table, открыть таблицу символьных имен переменных, в которой определить символьные имена для следующих переменных.

Таблица 3.1

Символьные имена используемых в проекте переменных контроллера

Name	Data Type	Logical Address	Comment
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
i(0)	Bool	%I0.0	Входы дискретные
i(1)	Bool	%I0.1	
i(2)	Bool	%I0.2	
i(3)	Bool	%I0.3	
i(4)	Bool	%I0.4	
i(5)	Bool	%I0.5	
i(6)	Bool	%I0.6	
i(7)	Bool	%I0.7	
i(8)	Bool	%I1.0	
i(9)	Bool	%I1.1	
i(10)	Bool	%I1.2	
i(11)	Bool	%I1.3	
i(12)	Bool	%I1.4	
i(13)	Bool	%I1.5	

1	2	3	4
o(0)	Bool	%Q0.0	Выходы дискретные
o(1)	Bool	%Q0.1	
o(2)	Bool	%Q0.2	
o(3)	Bool	%Q0.3	
o(4)	Bool	%Q0.4	
o(5)	Bool	%Q0.5	
o(6)	Bool	%Q0.6	
o(7)	Bool	%Q0.7	
o(8)	Bool	%Q1.0	
o(9)	Bool	%Q1.1	
aq1	Int	%QW80	Выход аналоговый
ai1	Int	%IW64	Вход аналоговый 1
ai2	Int	%IW66	Вход аналоговый 2

Для программирования человеко-машинного интерфейса на сенсорной панели оператора нужно добавить ее в проект и выполнить ее настройку. Добавление в проект сенсорной панели (на лабораторном стенде имеется панель KTP700 Basic) выполняется путем выбора в дереве проекта (Project tree) пункта Add new device (добавить новое устройство). В появившемся диалоговом окне необходимо выбрать тип устройства – HMI и его конкретную модель: HMI → SIMATIC basic panel → 7" Display → KTP700 Basic → 6AV2 123-2GB03-0AX0. При этом запустится Мастер добавления сенсорной панели (HMI Device Wizard), который предложит пользователю выполнить настройку панели. Первым шагом такой настройки является задание связи добавляемой панели с имеющимся в проекте контроллером (в общем случае в проекте может быть как несколько контроллеров, так и несколько панелей). В поле

Select PLC нужно нажать кнопку Browse и в появившемся всплывающем окошке указать имя единственного в данном проекте контроллера.

Следующим шагом настройки является настройка внешнего вида экрана панели: указание цвета фона (Background color) и параметров «шапки» в верхней части экрана (Date/time, Logo).

Последующие шаги настройки можно пока пропустить, нажав кнопку Finish. При этом в дереве проекта (Project tree) появится пункт HMI_1[KTP700 Basic panel], при разворачивании которого можно получить доступ ко всем свойствам добавленной панели, а в рабочей области среды TIA Portal появится изображение корневого экрана сенсорной панели. Корневой экран (Root screen) отображается автоматически при подаче питания и включении сенсорной панели. На нем нужно размещать компоненты графического интерфейса: кнопки, поля ввода/вывода, текстовые поля, геометрические фигуры и др. Имеющиеся в распоряжении программиста компоненты графического интерфейса сгруппированы в правой части рабочего окна среды TIA Portal на панели вкладок библиотек компонентов Toolbox. Нужные компоненты помещаются на экран панели путем перетаскивания мышью соответствующей пиктограммы с панели Toolbox в нужное место экрана.

Для решения задачи необходимо использовать несколько компонентов, связать их с соответствующими переменными, выполнить настройку свойств. Возможный вид окна панели оператора приведен на рис. 3.1.

Для отображения текстовых данных (все поля с надписью) служит компонент Text field, имеющийся на вкладке Toolbox→Basic objects в виде пиктограммы с изображением буквы «А». Перетащив данный компонент в нужное место экрана, необходимо нужным образом задать его свойства в окне инспектора свойств объекта Properties. Основным свойством является поле Text, в котором непосредственно задается отображаемый текст (Например, I_0). Помимо этого, можно указать размер и наименование шрифта (поле Style), размер компонента и его координаты на экране панели (Position & size) и другие свойства.

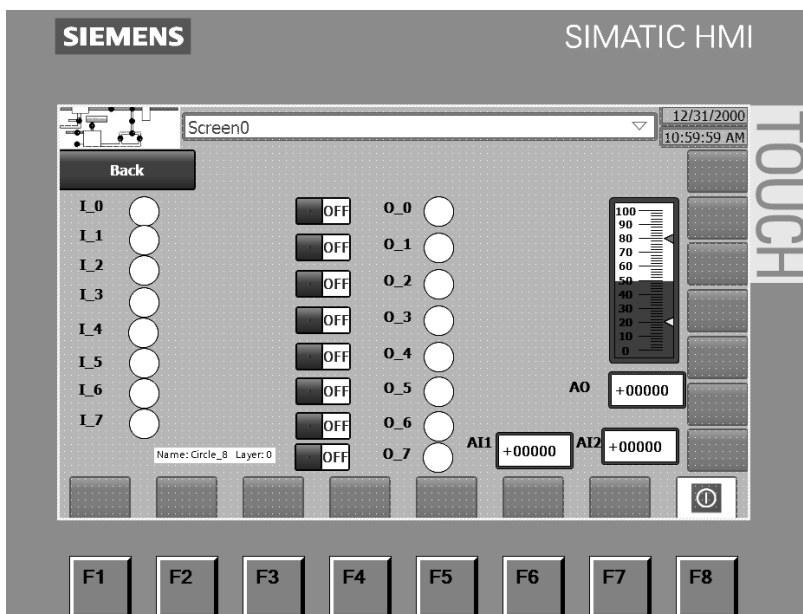





Рис. 3.1. Вид окна панели оператора

Для индикации состояния входа (или выхода) воспользуемся базовым компонентом Круг(Circle) или Эллипс (Ellipse) из вкладки Toolbox→Basic objects. Перетащив на поле экрана необходимо задать его свойства в окне инспектора свойств объекта Properties: цвет элемента и границы и др. Для привязки к переменной программы воспользуемся вкладкой Animation, выберем в области Display кнопку Add new animation и в открытом окне appearance (появление). Далее в высветившихся свойствах привяжем к переменной – область Tag к имени переменной (например, $o(0)$), в области Type выберем Range (диапазон) и ниже добавим строчку, указав в поле Range – 1, Background color – зеленый цвет, Border color оставим по умолчанию. Аналогичные действия проведем для возможности отображения состояния других входов/выходов.

Для отображения и ввода числовых данных предназначен компонент I/O field, расположенный на вкладке Toolbox→Elements в виде пиктограммы  (в данном случае это три поля напротив надписей AO, AI1, AI2). Основные свойства для настройки данного

компонента сгруппированы в окне инспектора свойств объекта Properties на вкладке General. В поле Process→Tag необходимо указать переменную из памяти контроллера либо НМІ панели, значение которой будет связано с данным компонентом (соответственно **aq1**, **ai1** и **ai2**). Нажав маленькую пиктограмму с тремя точками , можно указать путь к нужной переменной в появившемся окне задания пути. В поле Type→Mode задается тип элемента: Output – вывод текущего значения на экран, Input/output – вывод текущего и ввод нового значения переменной вручную, Input – ввод значения переменной. В поле Format можно задать требуемый формат отображения данных – задать число десятичных знаков, число знаков после запятой и др.

Для управления выходами с панели оператора установим компонент Switch , расположенный на вкладке Toolbox→Elements. Для настройки данного компонента в окне инспектора свойств выбираем вкладку Events, в поле Switch ON в строке Tag привязываем переменную выхода для включения (например, o(0)), в поле Switch OF в строке Tag привязываем переменную выхода для выключения (например, o(0)), как на рис. 3.2.

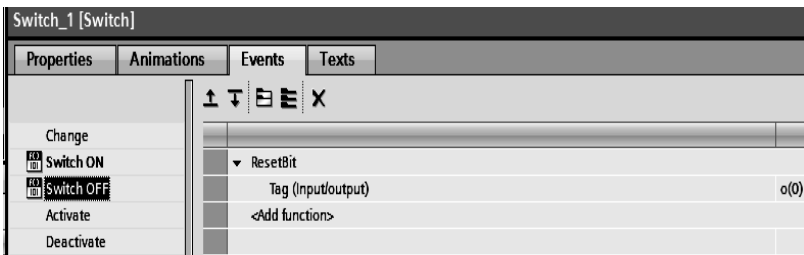



Рис. 3.2. Свойства компонента Switch

Для отображения значения аналогового выхода используем компонент Bar , расположенный на вкладке Toolbox→Elements. Для настройки данного компонента в окне инспектора свойств также нужно привязать переменную - **aq1** (рис. 3.3).

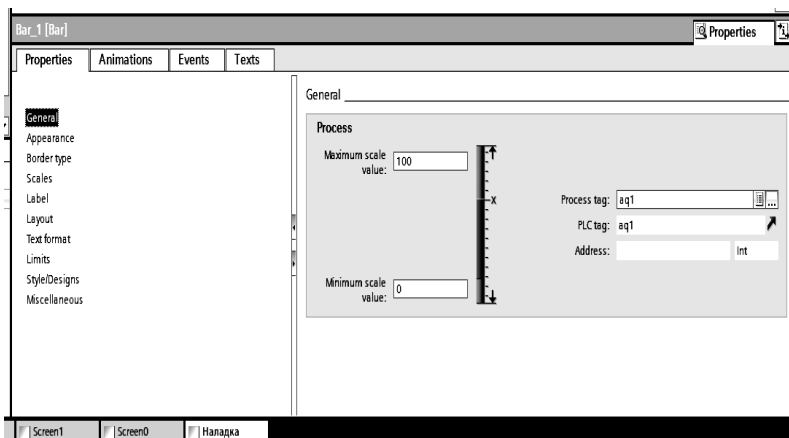


Рис. 3.3. Свойства компонента Bar

Загрузка готового проекта производится отдельно в память контроллера и в память сенсорной панели. Для этого в дереве проекта следует выбрать вкладку *Devices & networks*. В появившемся окне *Devices & networks* будет схематическое изображение соединенных сетевым способом контроллера PLC_1 и сенсорной панели HMI_1. Для загрузки проекта в память контроллера необходимо выделить мышью схематическое изображение контроллера и выбрать команду главного меню *Online*→*Download to device*. Затем необходимо проделать то же самое, выделив мышью схематическое изображение сенсорной панели.

Загрузив созданный проект в ПЛК и сенсорную панель, исследуют их работу на стенде, при необходимости отлаживают программы.

Порядок выполнения лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы необходимо изучить пример, приведенный выше, реализовать визуализацию в окне «Наладка» и исследовать возможности стенда по имитации и индикации входных и выходных сигналов.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.

2. Принципиальная электрическая схема подключения контроллера для поставленной в задании задачи.
3. Таблица переменных с физической адресацией, задействованных в проекте.
4. Вид окна панели оператора.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Каково назначение сенсорной панели в проекте автоматизации?
2. Какова последовательность действий по включению в проект TIA Portal сенсорной панели оператора?
3. Приведите примеры устройств, которые могут быть подключены к аналоговому входу контроллера.
4. Как организовать через окно панели оператора просмотр значения аналогового входа контроллера?
5. Как организовать через панель оператора управление устройством, подключенным к дискретному (аналоговому) выходу контроллера?
6. Приведите пример действий для вывода на экран панель оператора нормированного значения сигнала, подключенного на аналоговый вход.

Лабораторная работа № 4

Программирование событий реального времени

Цель работы: изучение функций ПЛК для обработки данных о времени и дате, приобретение навыков программирования событий реального времени.

Сведения к лабораторной работе

В Simatic Step 7 для хранения сведений о времени и дате используются следующие типы данных:

DATE.

Переменные этого типа данных предназначены для хранения даты в формате «гггг-мм-дд». Переменная типа DATE фактически представляет собой беззнаковое (неотрицательное) целое число, равное числу дней, прошедших от даты 01-01-1990. Диапазон возможных значений переменной – от 01-01-1990 до 31-12-2168. Значение такой переменной может быть записано в программе одним из двух способов:

- с явным указанием типа данных в формате «гггг-мм-дд», например, D#1990-01-01, или DATE#2016-05-23;
- в виде шестнадцатиричного целого числа дней, прошедших, начиная с 01-01-1990, например, 16#00F2.

TIME_OF_DAY (TOD).

Переменные этого типа имеют размер двойного слова (т. е. 4 байта) и представляют собой число миллисекунд, прошедших с момента начала суток. Значение такой переменной в программе записывается в формате «TOD#часы:минуты:секунды.миллисекунды», например, TOD#10:20:30.400. Диапазон возможных значений переменной типа TOD, очевидно, равен от TOD#00:00:00.000 до TOD#23:59:59.999.

DATE_AND_TIME.

Переменные типа DATE_AND_TIME (date and time of day) содержат сведения о дате и времени суток в формате BCD. Длина переменной – 8 байт. Структура данных, хранимых в каждом из байтов, приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Структура переменной типа DATE_AND_TIME

Номер байта	Содержимое байта	Диапазон значений
0	год	от 0 до 99 (годы от 1990 до 2089)
1	месяц	от 0 до 12
2	день	от 1 до 31
3	час	от 0 до 23
4	минута	от 0 до 59
5	секунда	от 0 до 59
6	две цифры в старшем разряде миллисекунд	от 0 до 99
7 (старшие 4 бита)	цифра (третья) в младшем разряде миллисекунд	от 0 до 9
7 (младшие 4 бита)	день недели	от 1 до 7

Диапазон возможных значений – от DT#1990-01-01-00:00:00.000 до DT#2089-12-31-23:59:59.999.

DTL (date and time long).

Переменная такого типа имеет длину 12 байт и хранит информацию о времени и дате в виде следующей структуры (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Структура переменной типа DTL

Номер байта	Содержимое байта	Тип байта	Диапазон значений
0	год	UINT	1970–2200
1			
2	месяц	USINT	1–12
3	день	USINT	1–31
4	день недели	USINT	1 (вс.)–7 (сб.) день недели не указывается явно при записи переменной в программе
5	час	USINT	0–23

Номер байта	Содержимое байта	Тип байта	Диапазон значений
6	минута	USINT	0–59
7	секунда	USINT	0–59
8	наносекунды	UDINT	0–999999999
9			
10			
11			

Диапазон возможных значений – от DTL#1970-01-01-00:00:00.0 до DTL#2200-12-31-23:59:59.999999999. Пример записи в программе: DTL#2008-12-31-20:15:45.250.

Для обработки данных о времени и дате в Simatic Step 7 реализованы следующие основные системные функции, расположенные в среде TIA Portal на вкладке Instructions→Extended instructions→Date and time-of-day.

RD_SYS_T.

Считывание системного времени (read system time) – данная функция считывает текущее системное время со встроенных в ПЛК часов реального времени. Данная функция имеет выходной параметр OUT типа DTL: в переменную, указанную в качестве этого параметра, записывается считанное значение системного времени. Результатом выполнения функции RD_SYS_T является возвращаемое ей значение RET_VAL – целое число типа Int, по смыслу представляющее собой код ошибки выполнения функции (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Возможные значения RET_VAL

Код ошибки: число типа Int в шестнадцатеричной форме (W#16#)	Описание
0000	Нет ошибки
8081	Полученное значение времени не соответствует интервалу допустимых значений для типа DTL, т. е. меньше DTL#1970-01-01-00:00:00.0 либо больше DTL#2200-12-31-23:59:59.999999999

Значение системного времени является внутренней характеристикой ПЛК, по смыслу представляет собой скоординированное универсальное (всемирное) время (Universal Time Coordinated, UTC) и не учитывает ни местного часового пояса, ни переходов на зимнее время и обратно. Поэтому для практических задач большее значение имеет следующая функция:

RD_LOC_T.

Считывание местного времени (read local time) – данная функция считывает текущее местное время со встроенных в ПЛК часов реального времени. При этом сначала происходит считывание системного времени, которое затем преобразуется программой в местное время с учетом данных настроек ПЛК о часовом поясе и режиме автоматического перехода на зимнее время и обратно. Данная функция имеет выходной параметр OUT типа DTL: в переменную, указанную в качестве этого параметра, записывается считанное значение местного времени. Результатом выполнения функции RD_LOC_T является возвращаемое ей значение RET_VAL – целое число типа Int, по смыслу представляющее собой код ошибки выполнения функции (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Возможные значения RET_VAL

Код ошибки: число типа Int в шестнадцатиричной форме (W#16#)	Описание
0000	Нет ошибки
0001	Нет ошибки. Включен автоматический переход на зимнее время и обратно.
8080	Местное время не может быть считано
8081	Недопустимое значение года
8082	Недопустимое значение месяца
8083	Недопустимое значение дня
8084	Недопустимое значение часа
8085	Недопустимое значение минуты
8086	Недопустимое значение секунды
8087	Недопустимое значение наносекунды
80B0	Часы реального времени вышли из строя

T_CONV.

Преобразование времени (Time Convertation) – эта функция выполняет преобразование данных о времени и дате из одного типа данных в другой. Например, определения текущего времени суток сначала необходимо с помощью функции RD_LOC_T считать локальное время и дату в переменную типа DTL, а затем с помощью функции T_CONV преобразовать эту переменную к переменной типа TIME_OF_DAY (TOD).

T_ADD.

Функция T_ADD (сложение времен) складывает входное значение IN1 (типа данных DTL или Time) с входным значением IN2 (тип Time). Возвращаемое функцией выходное значение OUT имеет тип данных DTL или Time. Возможны операции с двумя типами данных:

Time + Time = Time;

DTL + Time = DTL.

T_SUB.

Функция T_SUB (вычитание времени) вычитает значение типа Time (входной параметр IN2) из значения типа DTL или Time (входной параметр IN1). Возвращаемое функцией выходное значение OUT выдает значение разности, используя тип данных DTL или Time.

Возможны операции с двумя типами данных:

Time – Time = Time;

DTL – Time = DTL.

T_DIFF.

Функция T_DIFF (разность времен) вычитает значение типа DTL (входной параметр IN2) из значения типа DTL (входной параметр IN1). Возвращаемое функцией выходное значение OUT выдает значение разности, используя тип данных Time:

DTL – DTL = Time.

Пример реализации управления в реальном времени в программе контроллера

Итак, стоит задача в заданный промежуток времени включить освещение в производственном помещении в заданный интервал времени ежедневно. Границы интервала времени зададим с помощью панели оператора.

Решение.

Добавим в проект новый кодовый блок типа Organization Block с вводом программы на языке LAD. Необходимые для этого действия описаны в материале лабораторной работы № 1.

В программе, очевидно, придется использовать функцию RD_LOC_T считывания текущего местного времени и даты. Для работы этой функции, как было сказано выше, необходима переменная типа DTL, которая должна быть указана в качестве параметра функции и в которую будет помещаться считанное значение. Однако поскольку переменная типа DTL представляет собой сложную структуру данных (табл. 4.2), она не может быть определена в M-области памяти контроллера. Поэтому данную переменную следует определить в области временной локальной памяти созданного организационного кодового блока. Таблица для определения символьных имен локальных переменных и констант кодового блока находится над рабочим окном ввода текста программы (рис. 4.1). В данной таблице, как показано на рисунке, нужно определить имена двух локальных переменных, необходимых для работы функции RD_LOC_T: переменной RET_VAL типа Int и переменной d типа DTL.

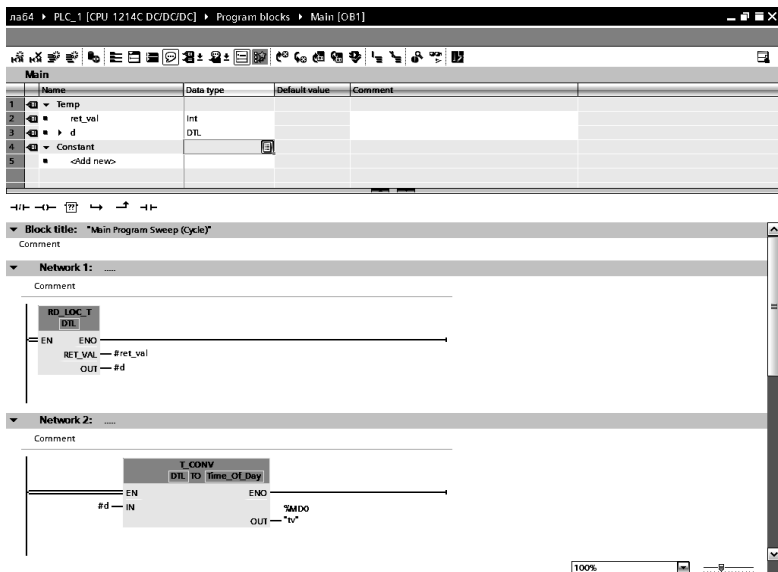


Рис. 4.1. Рабочее окно ввода программы и таблица локальных данных кодового блока

Функцию RD_LOC_T перетягиваем в цепь программы мышью со вкладки инструкций Instructions → Extended instructions → → Date and time-of-day, далее указываем переменную для записи ошибки и переменную для считывания текущего времени и даты. Чтобы использовать текущее время, необходимо перетянуть из той же вкладки функцию T_CONV. Выходную переменную, также как и переменные, необходимые для дальнейшей программы управления определим в таблице переменных (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Символьные имена используемых в проекте переменных контроллера

Name	Data Type	Logical Address	Comment
o(0)	Bool	%Q0.0	Сигнал на включение освещения
tv	Time_Of_Day	%MD0	Считанное текущее время
ton1	Time_Of_Day	%MD4	Время включения
tof1	Time_Of_Day	%MD8	Время выключения

Преобразованное с помощью функции T_CONV время остается сравнить с заданным с помощью функций сравнения и включать и выключать выход %Q0.0 в программе, представленной на рис. 4.2.

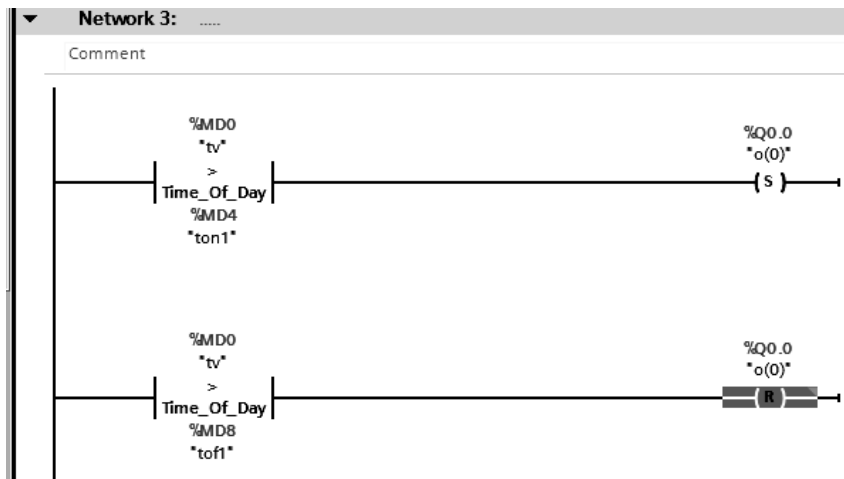


Рис. 4.2. Программа управления выходом %Q0.0 по времени

Для удобства отслеживания состояния выхода и задания времени включения и выключения организуем окно панели оператора (рис. 4.3). Поля со значением времени могут быть созданы перетягиванием из списка переменных (технология DARG\$DROP).

Остается загрузить проект (отдельно в память контроллера и в память сенсорной панели) и опробовать работу программы.

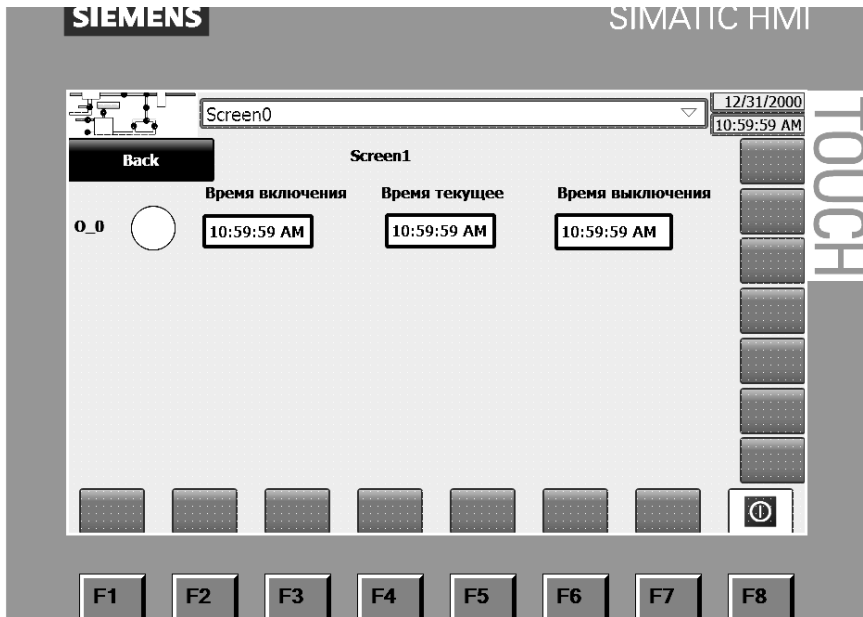


Рис. 4.3. Вид окна панели оператора для индикации состояния выхода %Q0.0 и задания времени

Порядок выполнения лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы для приобретения навыков создания программы управления в функции реального времени необходимо разработать в среде TIA Portal проект для ПЛК Simatic S7-1200, реализующий решение описанной ниже задачи управления приточным вентилятором в картофелехранилище. Созданную программу необходимо откомпилировать, загрузить в ПЛК и исследовать ее работу на лабораторном стенде.

Задача управления вентиляцией картофелехранилища

В процессе хранения в картофелехранилище различают три периода: лечебный, охлаждение и хранение. В зависимости от периода хранения система автоматического управления должна поддерживать определенные параметры микроклимата [2, с. 272]. В лечебный период хранения поддерживается температура $15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ за счет активной вентиляции. Поэтому в программе управления необходимо отследить время действия периода и в этот промежуток включать приточный вентилятор 6 раз в сутки по 20 минут.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема управления приточным вентилятором картофелехранилища.
3. Таблица переменных с физической адресацией, задействованных в проекте.
4. Программа управления.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие типы данных для хранения информации о времени и дате предусмотрены в ПЛК S7-1200?
2. Какие системные функции обработки данных о времени и дате реализованы в ПЛК S7-1200?
3. Приведите примеры необходимости использования программного управления в реальном времени.
4. Приведите пример программного модуля включения активной вентиляции картофелехранилища.
4. Каким образом реализовать управление в реальном времени приточным вентилятором в картофелехранилище в лечебном периоде хранения в программе контроллера?
5. Какие параметры целесообразно вынести на панель оператора при реализации управления в реальном времени?

Лабораторная работа № 5

Архивация событий

Цель работы: изучение функции ПЛК для реализации архивации событий, приобретение навыков разработки программ для архивации событий.

Сведения к лабораторной работе

Архивация – это подготовительная обработка (сбор, классификация, каталогизация, сжатие (для цифровой информации)) данных для долгосрочного хранения или передачи их по сети.

При автоматизации технологических процессов нередко возникает задача записи информации в электронном виде для дальнейшего хранения и обработки. Это важная информация, которая должна быть сохранена для того, чтобы в дальнейшем ее можно было учесть.

При разработке средств архивации необходимо решить следующие вопросы:

- определить точки измерения;
- определить период времени для сбора и архивирования;
- определить программы для анализа и считывания данных;
- определить, каким образом предоставлять отчеты.

Архив данных может быть определен как для долговременного, так и для кратковременного хранения (рис. 5.1).

Измеренные данные с заданной периодичностью должны быть занесены в базу данных. Далее они могут быть обработаны и структурированы. Для этого можно использовать и внешние редакторы (рис. 5.2).

При использовании контроллеров SIEMENS разработка средств архивации обеспечивается в системе WinCC. WinCC с заданным периодом регистрирует измеренные значения, которые архивируются на диске. WinCC обеспечивает следующие типы архивации измеренных параметров:

– ациклический, связанный с началом/окончанием события. При такой архивации переменная – измеренное значение сохраняется,

когда приходит стартовое событие или когда изменяется значение переменной;

- выборочно-циклический, связанный с началом/окончанием события. Архивация запускается, когда приходит событие и продолжается с постоянным циклом до прихода следующего события. При приходе сигнала остановки последнее опрошенное значение также сохраняется;

- циклически-непрерывное, когда опрос данных начинается при запуске системы и продолжается с постоянным циклом до выключения системы;

- архивирование только при изменении параметра.

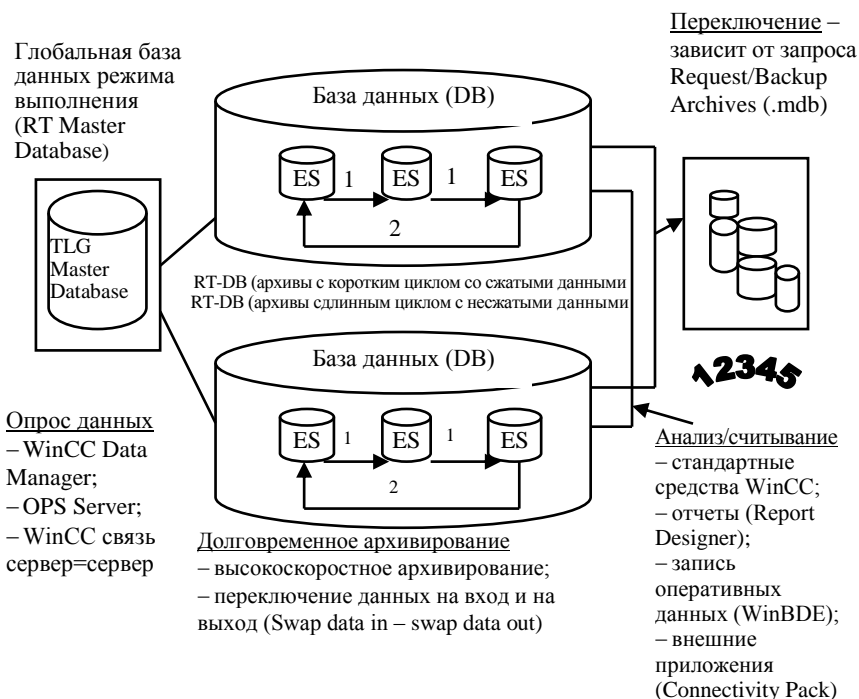


Рис. 5.1. Виды данных для архивирования (ES – отдельный сегмент)

Организуем циклически-непрерывное архивирование с помощью панели оператора, подключаемой к контроллеру. Архивацию

данных зададим в файл, который будет сохраняться на флэш-памяти к панели оператора.

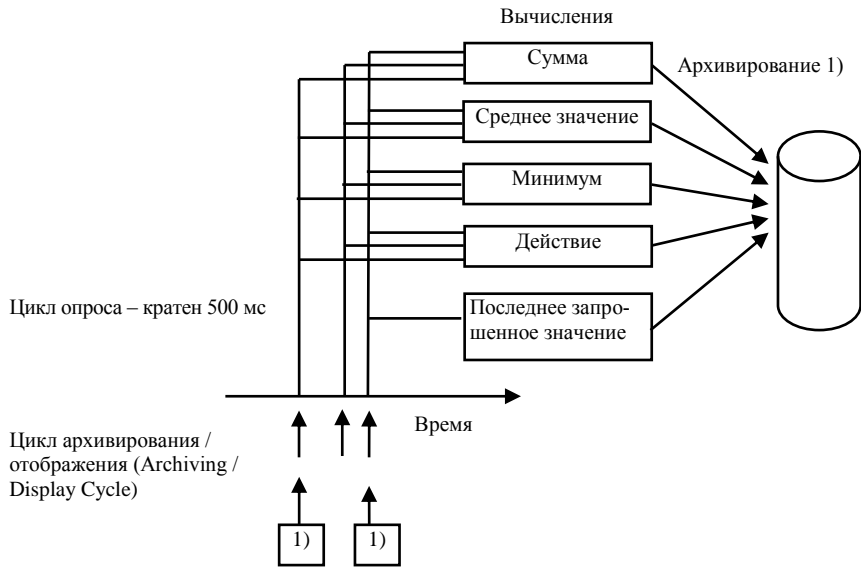


Рис. 5.2. Сбор, обработка и архивирование измеренных значений

Итак, подключим в проект панель оператора (действия описаны в лабораторной работе № 3). Далее воспользуемся деревом проекта (Project tree) пункт НМ11_1→НМ1 tags → Historical data. В окне Data logs создадим архивный файл, дав ему имя и указав путь сохранения (рис. 5.3). В окне Logging tags создадим две переменные, состояние которых будет записываться в создаваемый файл, привязав к переменным, назначенным для аналоговых входов контроллера. Сохранение должно обеспечиваться в цикле с заданным интервалом (рис. 5.3).

Далее создадим экран панели оператора, на котором также можно будет посмотреть значения состояния архивируемых данных. Для отображения данных в виде графика служит компонент Trend view, имеющийся на вкладке Toolbox→Controls в

виде пиктограммы  .

The screenshot displays the Siemens SIMATIC Manager interface for configuring data logs. The main window is titled 'na65' and shows the 'Historical data' configuration for the 'HMI_1 [KT1700 Basic PN]' device.

Data logs table:

Name	Storage location	Data records	Path	Logging method	Number of segment	Fill level	Enable logging at runtime st.	Log handling at restart
Data_log_1	TXT file (Unicode)	500	USB_X61.11	Circular log	10	90	<input checked="" type="checkbox"/>	Append data to exist.

Logging tags table:

Name	Process tag	Acquisition mode	Logging cycling	High limit	Low limit	Range for logging limits	Comment
Logging_tag_1	ai1	Cyclic	1 s			Within deadband	
Logging_tag_2	ai2	Cyclic	1 s			Within deadband	

Details view for Data_log_1:

General

- Name: Data_log_1
- Storage location:
 - Storage location: TXT file (Unicode)
 - Path: USB_X61.11

Data records per log

- Number: 500
- Maximum size: 50 KB

Рис. 5.3. Организация файла архивируемых данных

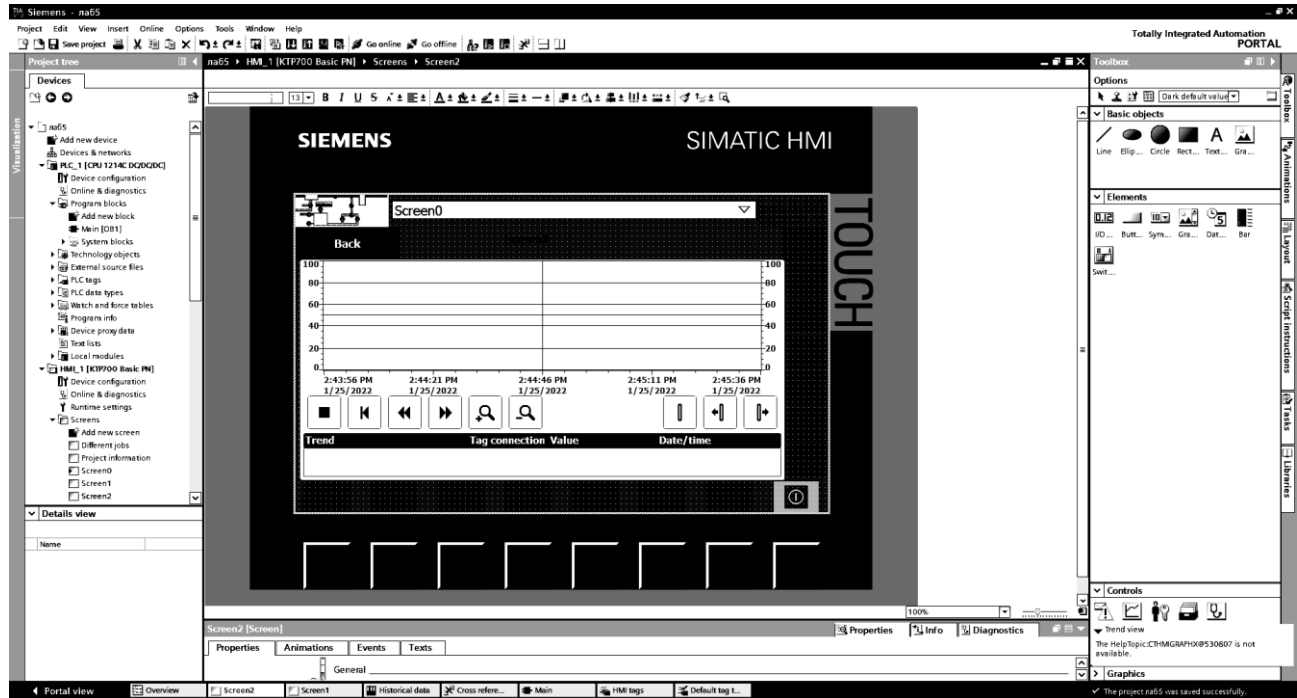


Рис. 5.4. Вид окна панели оператора

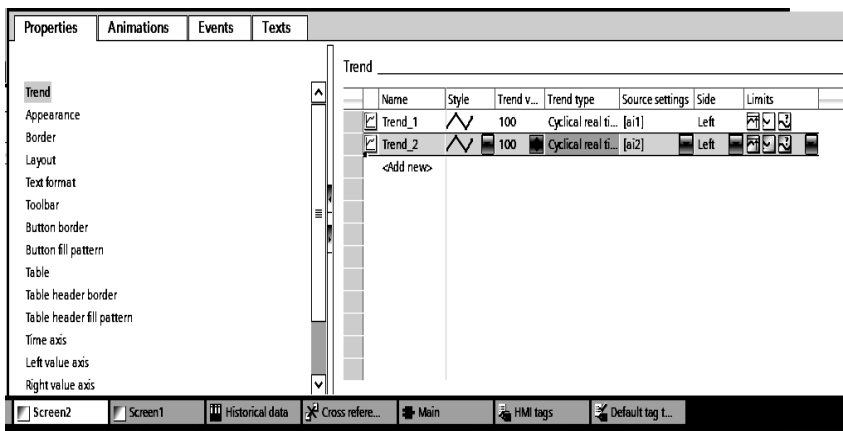


Рис. 5.5. Задание свойств компонента Trend view

Нужно отметить, что архивацию данных можно обеспечить и через создание файла на внешнем устройстве с помощью функции программирования контроллера.

Порядок выполнения лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы создать в среде TIA Portal новый проект, контроллер Simatic S7-1200 и панель оператора, создать переменные для входов и выходов контроллера. Повторить пример организации данных через панель оператора, описанный выше.

Загрузить готовый проект отдельно в память контроллера и в память сенсорной панели.

Используя возможности лабораторного стенда по имитации и индикации входных и выходных сигналов, смитировать работу устройств, наблюдать на экране изменение графиков и запись данных на флэш-память. Продемонстрировать файл с записанными данными. При необходимости скорректировать интервал циклической записи данных в архив.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Копия экрана созданного окна панели оператора.

3. Данные из архивного файла.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое архивация данных?
2. Каковы типы архивации данных при использовании контроллеров SIEMENS?
3. Как создать циклически непрерывное архивирование в среде TIA Portal?
4. Каково назначение компонента Trend view?
5. На что влияет интервал Logging cycle?

Лабораторная работа № 6

Управление частотно-регулируемым приводом асинхронного двигателя

Цель работы: изучение функции ПЛК для реализации частотно-регулируемого привода, приобретение навыков разработки программ для управления регулируемым приводом технологического оборудования, а также навыков настройки частотного преобразователя для связи с контроллером.

Сведения к лабораторной работе

В сельскохозяйственном производстве нередко возникает задача регулирования потока вещества либо плавного регулирования какого-либо параметра. Например, необходимо изменять подачу воды в зависимости от числа подключенных потребителей (по сигналу датчика давления в напорном трубопроводе). В этом случае можно использовать задвижку, но, чтобы обеспечить энергосбережение, следует использовать частотно регулируемый привод насоса. Задача непрерывного регулирования подачи вентиляторов в функции температуры животноводческого помещения также требует использования преобразователя частоты.

Возможен вариант схемного решения, при котором частотный преобразователь в теплый период года используется как регулятор температуры воздуха внутри помещения (приведен на рис. 6.1). Преобразователь частоты UZ1 предназначен для преобразования переменного напряжения (тока) одной частоты (подаваемого на силовые входы L1, L2, L3) в переменное напряжение (ток) другой частоты (снимаемой с силовых выходов преобразователя U, V, W), что позволяет плавно регулировать скорость электродвигателя M1 (вентилятора). Современные преобразователи частоты, например, HITACHI L100, также обеспечивают функции защиты электродвигателя (от перегрузки, перегрева и др.), имеют встроенный ПИД-регулятор и реализуют некоторые другие функции. Поэтому если к аналоговому входу (H, O, L) преобразователя частоты UZ1 подключить, через нормирующий преобразователь B1, термометр сопротивления RK1, измеряющий температуру в помещении,

то по заданному в настройках закону регулирования (например, ПИД-закону), на силовых выходах преобразователя U, V, W устанавливается напряжение, обеспечивающее требуемую частоту вращения вентилятора. При увеличении температуры скорость будет увеличиваться и, наоборот, при уменьшении температуры скорость вентилятора будет уменьшаться. Характеристики преобразователей частоты HITACHI L100 приведены в приложении.

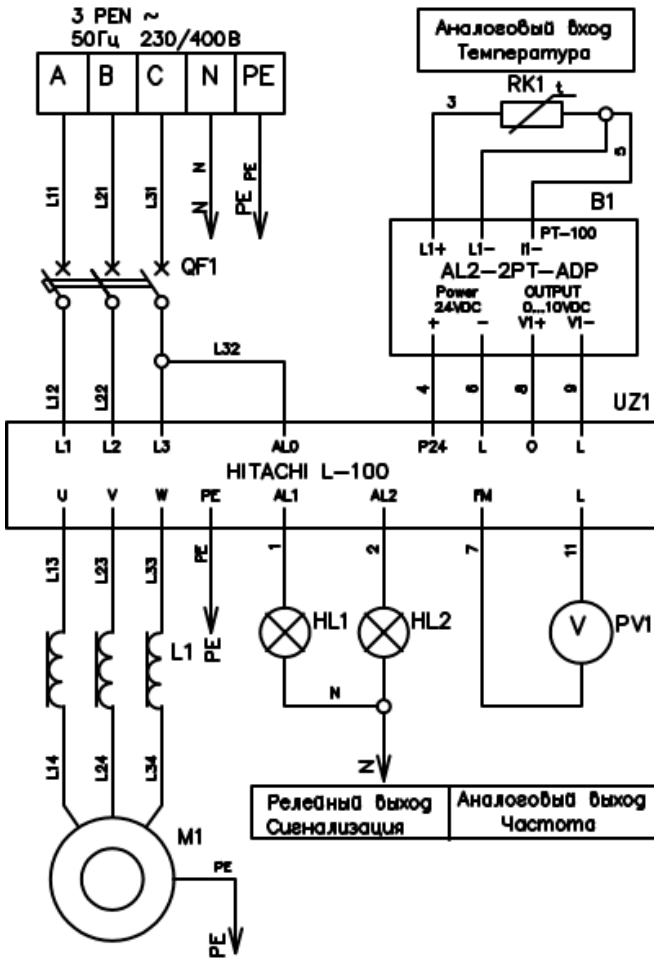


Рис. 6.1. Использование преобразователя частоты в системах вентиляции

Через управляющие входы преобразователя частоты UZ1 также можно подключить аварийную сигнализацию HL1 и HL2 (сигнализация сбоев) и обеспечить индикацию частоты вращения (прибор PV1).

Можно и многоступенчато изменять скорость вращения вентиляторов, используя управление через управляющие входы преобразователя частоты и настраивая скорость вращения через программные параметры (см. сведения приложения). Реализуем этот способ на лабораторном оборудовании.

Формировать переключение частоты вращения с помощью частотного преобразователя можно, настроив уставки переключения (до 15) и подавая сигналы на управляющие входы частотного преобразователя в соответствии с табл. 6.1.

Таблица 6.1

Чередование сигналов, подаваемых на управляющий вход преобразователя частоты

Номер скорости	Состояние выходов			
	Q0.0	Q0.1	Q0.2	Q0.3
1	R	R	R	S
2	R	R	S	R
3	R	S	S	S
4	R	S	R	R
5	R	S	R	S
6	R	S	S	R
7	R	S	S	S
8	S	R	R	R
9	S	R	R	S
10	S	R	S	R
11	S	S	S	S
12	S	S	R	R
13	S	S	R	S
14	S	S	S	R
15	S	S	S	S

Добавим в проект новый кодовый блок типа Organization Block с вводом программы на языке LAD. Необходимые для этого действия описаны в материале лабораторной работы № 1.

Итак, в управляющей программе должно быть задействовано 4 дискретных выхода контроллера для подачи сигналов на управляющие входы преобразователя частоты, один аналоговый вход с имитатором изменения сигнала и переменные, задействованные при обработке аналогового сигнала (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Символьные имена используемых
в проекте переменных контроллера

Name	Data Type	Logical Address	Comment
o(0)	Bool	%Q0.0	Связь с преобразователем частоты
o(1)	Bool	%Q0.1	
o(2)	Bool	%Q0.2	
o(3)	Bool	%Q0.3	
ai1	Int	%IW64	Сигнал с аналогового датчика
ss1	Int	%MW0	Отмасштабированный сигнал
st1	Int	%MW2	Верхняя граница сигнала
delta	Int	%MW4	Зона нечувствительности
ms1	Bool	%M6.0	Сигнал разрешения

В первую очередь, необходимо нормализовать и отмасштабировать аналоговый входной сигнал. Для этого используются функции NORM_X, SCALE_X с вкладки инструкций Instructions → Basic instructions → Conversion operations (рис. 6.2). Чтобы исключить «дребезжание» контактов, используем еще одну цепь для формирования сигнала разрешения на управление ms1.

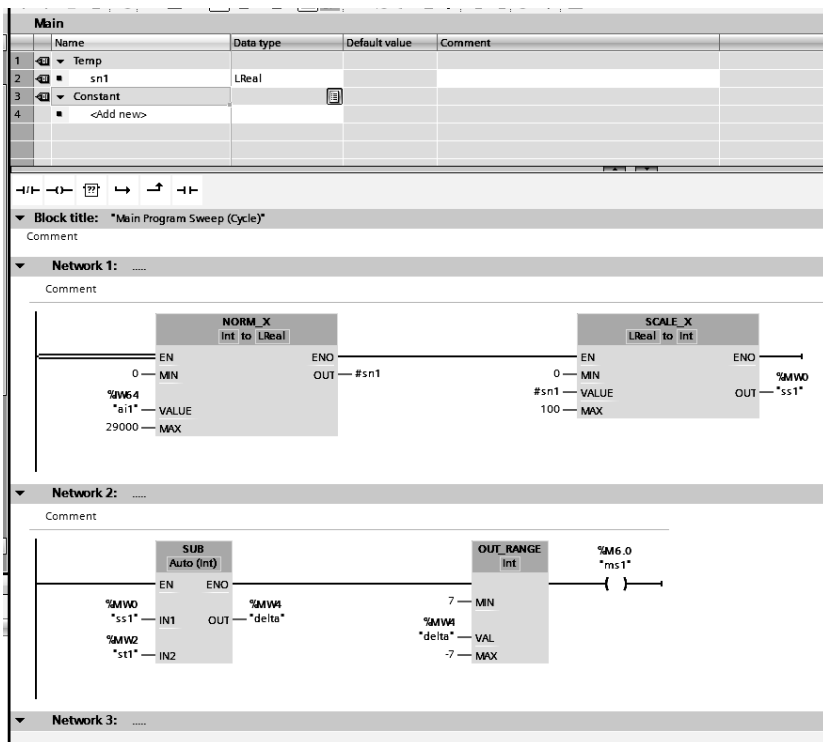


Рис. 6.2. Обработка в программе аналогового сигнала

Поскольку нормализованный и отмасштабированный сигнал будет изменяться в диапазоне от 0 % до 100 %, то разобьем этот диапазон на 10 промежутков, используя функцию IN_RANGE (вкладка инструкций Instructions → Basic instructions → Comparator operations), организуем сигналы на выходы, руководствуясь сведениями табл. 6.1 и маской программы, представленной на рис. 6.3.

Порядок выполнения лабораторной работы

Используя сведения приложения с опорой на лабораторное оборудование, составить принципиальную схему связи контроллера с преобразователем частоты.

Реализовать программу управления в соответствии с рассмотренным выше примером в среде TIA Portal.

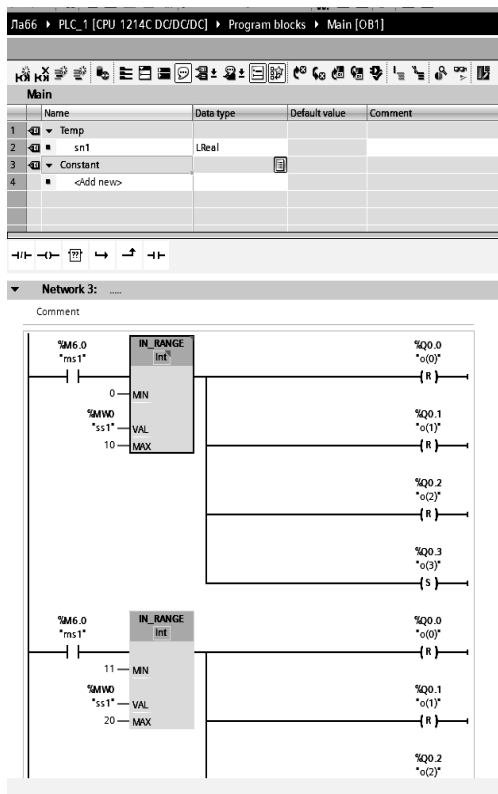


Рис. 6.3. Фрагмент программы управления

Загрузить созданный проект в ПЛК. Исследовать и объяснить работу созданной программы.

Настроить уставки переключения частоты на преобразователе частоты по сведениям приложения. Подключить в схему лабораторного стенда преобразователь частоты, проверить правильность сборки с преподавателем. Опробовать работу схемы и объяснить результат.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема связи контроллера с преобразователем частоты.

3. Таблица изменения сигналов на управляющие входы преобразователя частоты.
4. Программа управления.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы функции преобразователя частоты при его использовании в системах управления?
2. Приведите примеры использования преобразователя частоты при автоматизации объектов сельскохозяйственного производства.
3. Каковы способы изменения частоты вращения привода в технологических установках?
4. Каковы принципы реализации управления преобразователем частоты с помощью контроллера?
5. Приведите пример программного модуля для управления частотным приводом комбинацией дискретных сигналов.
6. Приведите пример программного модуля для управления частотным приводом аналоговым сигналом.

Лабораторная работа № 7

Программирование и визуализация контроля и управления температурными режимами

Цель работы: изучение функции ПЛК для реализации контроля и управления температурными режимами сельскохозяйственного объекта, приобретение навыков разработки программ с функциями визуального контроля и управления температурными режимами.

Сведения к лабораторной работе

Задача управления температурными режимами в сельскохозяйственном производстве возникает достаточно часто. Это и поддерживает необходимость температуры в сушилке при сушке различных по типу и виду зерновых культур, это обеспечение температурного режима в помещении для разного периода года и разных возрастных групп животных. В этом случае нужно предусмотреть определенное количество датчиков температуры, рассредоточенных по необходимым зонам охвата (сушильной шахты, здания) и «по рецепту» либо программно управлять исполнительными механизмами, отвечающими за поддержание температуры.

Итак, ввиду неравномерности температурного поля, например, в птицеводческом помещении, ее следует измерять в нескольких точках (рис. 7.1). В теплое время года по технологическим требованиям температура в помещении не должна превышать температуру снаружи более, чем на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, и не должна быть выше $33\text{ }^{\circ}\text{C}$. Следовательно, пропорционально росту температуры следует обеспечить увеличение воздухообмена. Поскольку важно не допустить перегрева птицы, то величина воздухообмена должна устанавливаться по максимальному значению температуры, снятому в нескольких точках. Значит, в программе управления следует определить максимальное измеренное значение температуры и формировать пропорционально величине отклонения температуры от заданного значения, управляющий сигнал контроллера на вход преобразователя частоты, устанавливающего скорость вращения вентилятора. Переменные, используемые в программе, приведены в табл. 7.1.

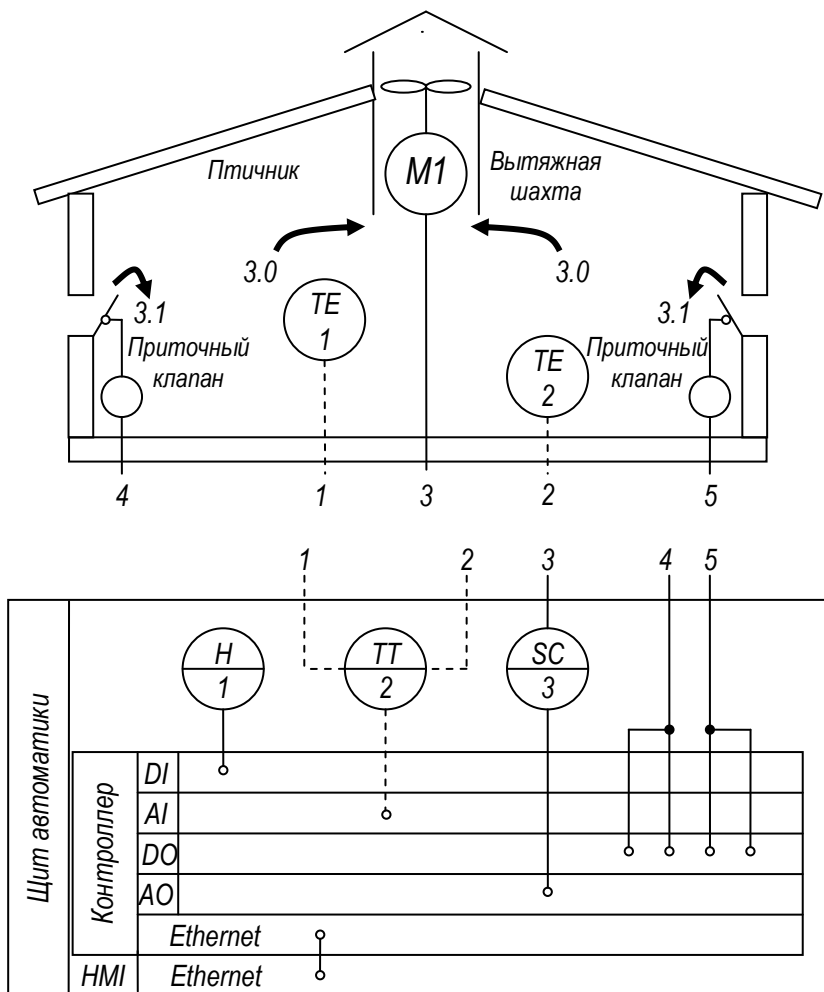


Рис. 7.1. Схема автоматизации управления вытяжной системой вентиляции

Задав локальные переменные, нормализуем сигналы с аналоговых датчиков (рис. 7.2). Далее, сравнивая величины, формируем сигнал разрешения на управление преобразователем частоты (рис. 7.3). Если больше сигнал с первого датчика, то по сигналу $s1$ пропорционально отклонению $ss1$ устанавливается величина сигнала $aq1$ с помощью функции **MULTIPLE** (рис. 7.4). Иначе по сигналу $s2$ про-

порционально отклонению ss2 устанавливается величина сигнала aq1 с помощью функции MULTIPLE.

Таблица 7.1

Символьные имена используемых в проекте переменных контроллера

Name	Data Type	Logical Address	Comment
ai1	Int	%IW64	Сигнал с аналогового датчика 1
ai2	Int	%IW66	Сигнал с аналогового датчика 2
aq1	Int	%QW80	Сигнал на преобразователь частоты
ss1	Int	%MW0	Отмасштабированный сигнал датчика 1
ss2	Int	%MW8	Отмасштабированный сигнал датчика 2
s1	Bool	%M6.1	Сигнал разрешения 1
s2	Bool	%M6.2	Сигнал разрешения 2

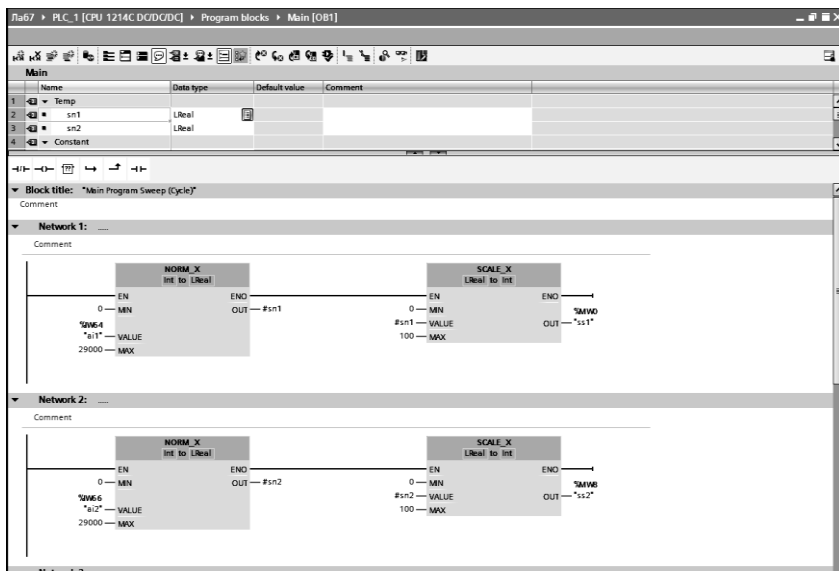


Рис. 7.2. Обработка в программе аналогового сигнала

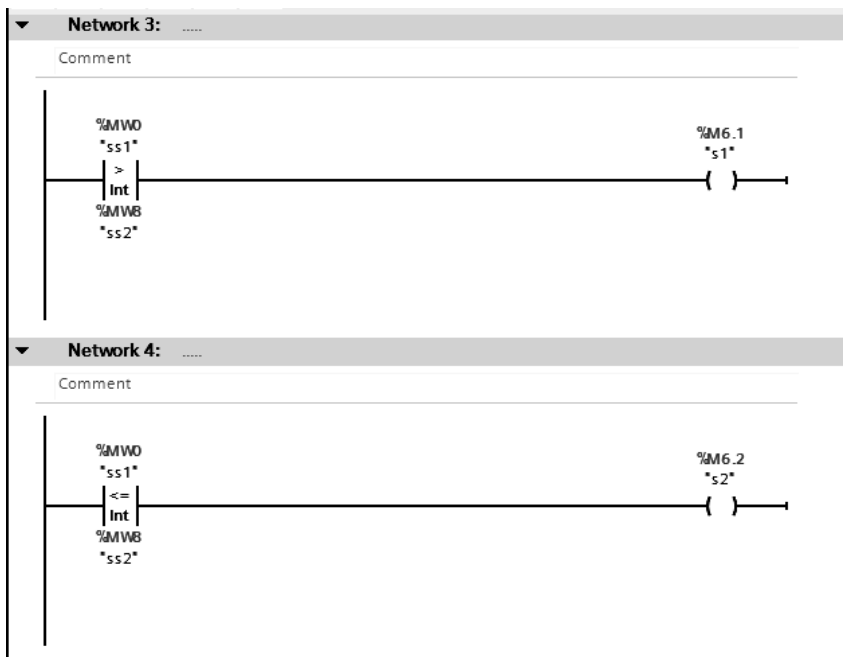


Рис. 7.3. Формирование сигнала разрешения на управление преобразователем частоты

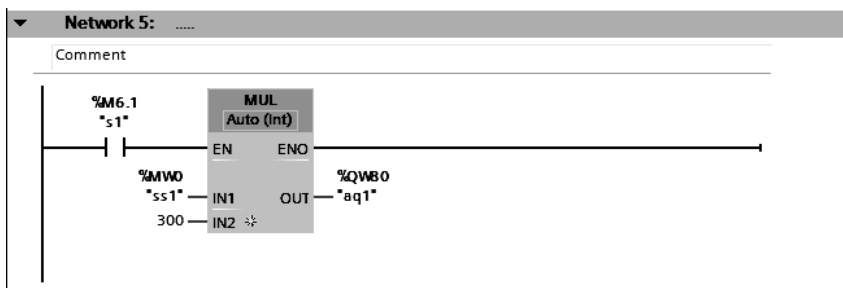


Рис. 7.4. Формирование управляющего сигнала на преобразователь частоты

Порядок выполнения лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы необходимо создать в среде TIA Portal новый проект. В программе управления реализовать алгоритм, описанный в примере. На панели оператора

предусмотреть возможность отслеживать температуру, задавать или изменять номинальные значения температуры, отслеживать состояние исполнительных механизмов.

Загрузить созданный проект в ПЛК и сенсорную панель оператора. Исследовать и объяснить работу созданной программы.

Разработать принципиальную электрическую схему управления с заданием частоты, для преобразователя частоты аналоговым сигналом с выхода контроллера. Настроить функцию A1 преобразователя частоты по сведениям приложения. Подключить в схему лабораторного стенда преобразователь частоты, проверить с преподавателем правильность сборки. Опробовать работу схемы и объяснить результат.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Схема автоматизации управления вытяжной системой вентиляции.
3. Принципиальная электрическая схема управления температурными режимами.
4. Программа управления.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите примеры объектов, которые требуют управления температурными режимами.
2. Каким образом нормализовать сигнал аналогового датчика для использования в программе управления?
3. Приведите примеры схем подключения температурных датчиков к контроллеру S7-1200.
4. Какие специальные модули можно использовать для подключения датчиков температуры в конфигурации микропроцессорной системы управления? Каковы схемы подключения?
5. Объясните работу системы по схеме автоматизации (рис. 7.1).
6. Объясните работу разработанной принципиальной электрической схемы.
7. Объясните работу разработанной программы контроллера.

Лабораторная работа № 8

Программирование обмена данными между контроллерами

Цель работы: изучение методов сетевого обмена данными между контроллерами.

Сведения к лабораторной работе

ЦПУ может выполнять обмен с другими ЦПУ, с устройством программирования (т. е. с компьютером), с устройствами человеко-машинного интерфейса (сенсорные панели HMI) и с устройствами, произведенными не фирмой Siemens, используя стандартные сетевые коммуникационные протоколы TCP/IP через встроенный сетевой порт PROFINET. Для этого в ПЛК Simatic S7-1200 имеется один сетевой разъем для подключения кабеля Ethernet (рис. 8.1).

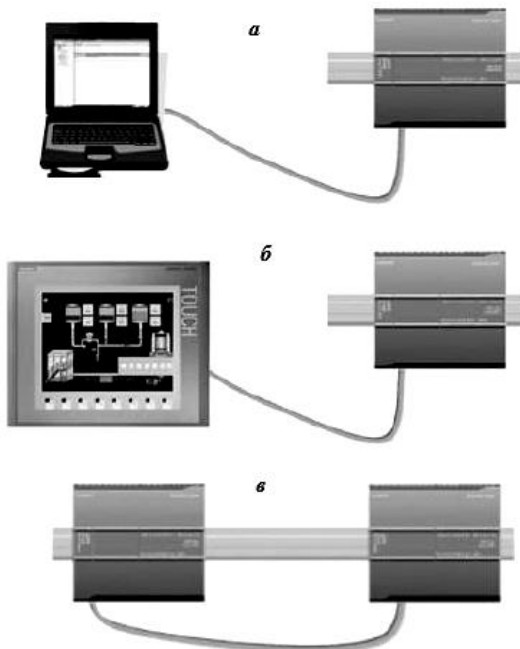


Рис. 8.1. Коммуникационное подключение к ЦПУ:
а – устройства программирования;
б – сенсорной панели оператора; в – другого ЦПУ

Для организации сети, включающей в себя более двух ЦПУ или устройств НМІ, требуется дополнительный блок – Ethernet-коммутатор (рис. 8.2).



Рис. 8.2. Организация сети в составе нескольких ЦПУ и НМІ-устройств с использованием Ethernet-коммутатора

Встроенный в ЦПУ сетевой порт PROFINET поддерживает следующие одновременные соединения для обмена данными:

- 3 соединения для обмена данными между ЦПУ и устройством НМІ, т. е. к одному ЦПУ одновременно может быть подключено до 3 сенсорных панелей;
- 1 соединение для обмена данными между устройством программирования (PG) и ЦПУ;
- 8 активных коммуникационных соединений ЦПУ с другими устройствами с помощью команд TSEND_C и TRCV_C;
- 3 соединения типа S7 connection для пассивного ЦПУ S7-1200, обменивающегося данными с активным ЦПУ из серии моделей S7 с помощью команд GET и PUT.

Последовательность настройки параметров связи между задействованными в проекте ЦПУ, сенсорными панелями НМІ и компьютером как устройством программирования включает следующие шаги:

1. Создание аппаратного коммуникационного соединения – заключается в физическом соединении устройств кабелем Ethernet в соответствии с рис. 8.1, 8.2.

2. Назначение устройствам соответствующих IP-адресов.
3. Конфигурирование логических сетевых соединений между двумя CPU.
4. Конфигурирование параметров передачи и приема.

Назначение IP-адресов

Каждому устройству производителем для идентификации назначается MAC-адрес (Media Access Control address [адрес протокола управления доступом к передающей среде]). MAC-адрес состоит из шести групп по две шестнадцатеричных цифры, разделенные дефисами (-) или двоеточиями (:) в порядке передачи (например, 01-23-45-67-89-AB или 01:23:45:67:89:AB).

Каждое устройство должно также иметь адрес протокола Интернет (Internet Protocol, IP) – IP-адрес. Этот адрес позволяет устройству поставлять данные через более сложную сеть с маршрутизацией. Каждый IP-адрес делится на четыре 8-битовых сегмента и представляется в десятичном формате с разделительными точками (например, 211.154.184.16). Первая часть IP-адреса используется для идентификатора, а вторая часть адреса является идентификатором хоста (уникальным для каждого устройства в сети).

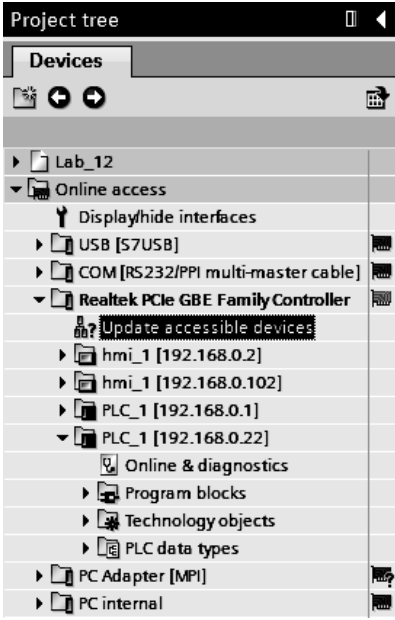
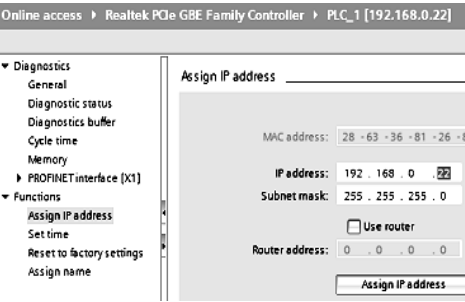
IP-адрес 192.168.x.y является стандартным обозначением, которое распознается как часть ведомственной или частной сети, которая находится вне сети Интернет.

Всем задействованным в проекте и участвующим в сетевом обмене устройствам, включая и устройство программирования, должны быть назначены уникальные IP-адреса во избежание конфликта с другими пользователями сети. Для назначения IP-адреса ЦПУ или НМІ панели можно использовать следующие два способа:

- назначить IP-адрес в режиме online;
- сконфигурировать IP-адрес в созданном проекте.

Для назначения IP-адреса в режиме online следует действовать пошагово в соответствии с табл. 8.1.

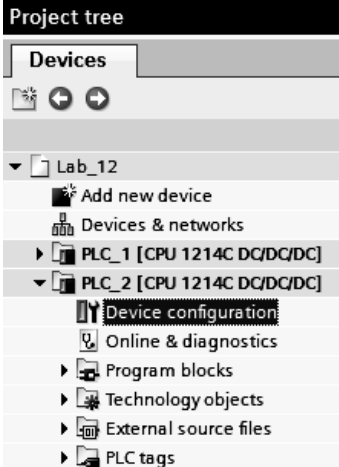
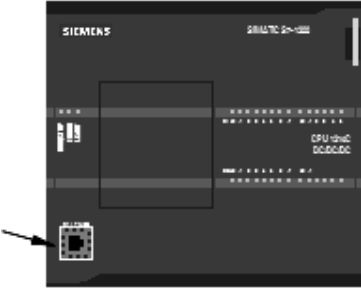
Действия по назначению IP-адреса для ЦПУ в режиме online

Действие	Результат
<p>В дереве проекта (Project tree) выбрать команды меню Online access (онлайнный доступ); Realtek PCIe GBE Family Controller – название сетевой адаптерной платы устройства программирования (сетевой карты компьютера); Update accessible devices (обновить доступные устройства). При этом должны отобразиться все устройства, доступные компьютеру по сети</p>	
<p>Выбрать нужный ЦПУ и для него выбрать команду Online & diagnostics (онлайнный режим и диагностика)</p>	
<p>В появившемся диалоговом окне Online access выбрать команды меню Functions (функции); Assign IP adress (назначить IP-адрес). В поле IP adress ввести нужный IP-адрес и подтвердить ввод нажатием кнопки Assign IP adress</p>	
<p>Проверить, назначен ли новый IP-адрес для ЦПУ, повторно выбрав в дереве проекта (Project tree) команды: Online access (онлайнный доступ); Realtek – название сетевой адаптерной платы устройства программирования (компьютера); Update accessible devices (обновить доступные устройства)</p>	

Для назначения IP-адреса в созданном проекте следует действовать пошагово в соответствии с табл. 8.2. Действия по конфигурированию логического сетевого соединения двух ЦПУ выполняют в соответствии с табл. 8.3.

Таблица 8.2

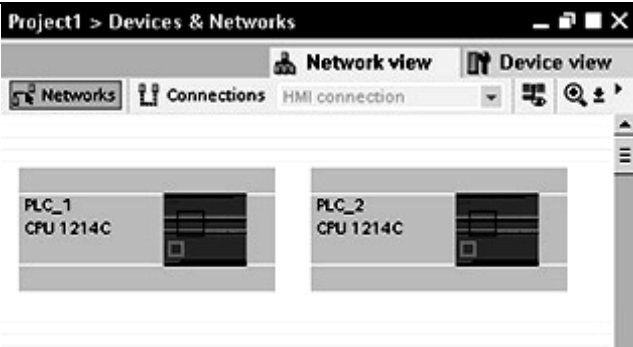
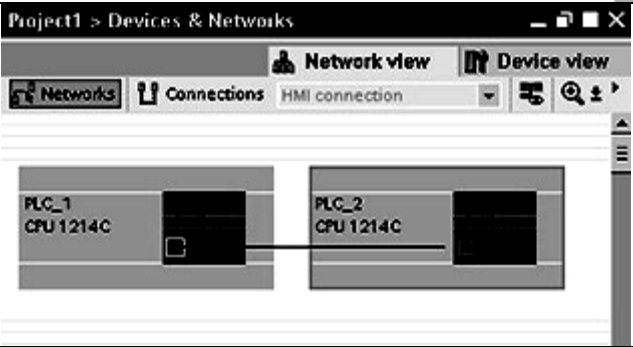
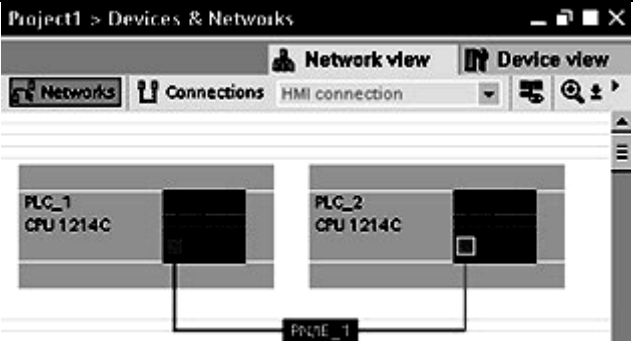
Действия по назначению IP-адреса для ЦПУ в созданном проекте

Действие	Результат
<p>В дереве проекта (Project tree) выделить требуемый ЦПУ и для него выбрать команду Device configuration.</p> <p>При этом в рабочей области окна появится графическое изображение выбранного ЦПУ</p>	
<p>Выполнить двойной щелчок левой клавишей мыши на изображении сетевого порта PROFINET на ЦПУ.</p> <p>В результате в нижней части экрана в окне просмотра параметров на вкладках Properties, General отобразятся параметры сетевых настроек ЦПУ</p>	
<p>Выбрав компонент конфигурации Ethernet address, в диалоговом окне для конфигурирования адреса Ethernet следует ввести нужные IP-адрес в поле Set IP address in the project и маску подсети в поле Subnet mask.</p> <p>Данные параметры будут загружены в ЦПУ при загрузке готового откомпилированного проекта в ЦПУ</p>	

Конфигурирование логических сетевых соединений между двумя ЦПУ

Таблица 8.3

Действия по конфигурированию логического сетевого соединения двух ЦПУ

Действие	Результат
Выберите "Network view [Отображение сети]" для отображения устройств, подлежащих соединению	
Выберите порт на одном устройстве и протяните линию к порту на втором устройстве	
Отпустите клавишу мыши, чтобы создать сетевое соединение	

Конфигурирование параметров передачи и приема

Для установления соединений между двумя CPU используются команды TSEND_C и TRCV_C.

Команда TSEND_C устанавливает связь с партнерской станцией и посылает ей данные. Параметры, которые должны быть указаны для команды TSEND_C, следующие (табл. 8.4).

Таблица 8.4

Параметры команды TSEND_C

Параметр	Тип данных	Описание
1	2	3
REQ	Bool	Начало отправки данных – в момент положительного фронта сигнала на данном входе (изменение сигнала FALSE на TRUE) начинается и выполняется отправка данных партнерскому устройству
CONT	Bool	Контроль поддержания соединения с партнерским устройством: 0 (FALSE) – соединение разрывается; 1 (TRUE) – соединение поддерживается
LEN	UINT	Размер передаваемых данных в байтах
DATA	Variant	Указатель на передаваемые данные – символическое имя либо абсолютный адрес передаваемого блока данных. В случае если в качестве параметра DATA указано символическое имя блока данных (переменной), параметр LEN должен быть равен 0
CONNECT	TCON_Param	Указатель на сконфигурированное в проекте логическое сетевое соединение устройств, и на соответствующий системный блок данных, содержащий параметры сетевого соединения

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
COM_RST	Bool	Сброс установленного соединения с партнерской станцией и повторное установление соединения – выполняется в момент положительного фронта сигнала на данном входе
DONE	Bool	0 – передача данных еще не завершена; 1 – передача данных завершена без ошибок
BUSY	Bool	0 – передача данных еще не начиналась либо уже завершена; 1 – передача данных выполняется в текущий момент, передача новой порции данных пока невозможна
ERROR	Bool	0 – нет ошибок; 1 – ошибка при передаче
STATUS	Word	Код результата выполнения команды

Параметры REQ, CONT, DATA и CONNECT обязательно должны быть заданы. Остальные параметры могут быть заданы при необходимости.

Команда TRCV_C устанавливает связь с партнерской станцией и принимает от нее данные. Параметры, которые должны быть указаны для команды TRCV_C, следующие (табл. 8.5).

Таблица 8.5

Параметры команды TRCV_C

Параметр	Тип данных	Описание
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
EN_R	Bool	0 – прием данных не разрешен; 1 – прием данных разрешен
CONT	Bool	Контроль поддержания соединения с партнерским устройством: 0 – соединение разрывается; 1 – соединение поддерживается

1	2	3
LEN	UINT	Размер принимаемых данных в байтах
DATA	Variant	Адрес области памяти, куда следует поместить принимаемые данные передаваемые данные. В случае, если в качестве параметра DATA указано символическое имя блока данных (переменной), параметр LEN должен быть равен 0
CONNECT	TCON_Param	Указатель сконфигурированного в проекте логического сетевого соединения устройств на соответствующий системный блок данных, содержащий параметры сетевого соединения
COM_RST	Bool	Сброс установленного соединения с партнерской станцией и повторное установление соединения – выполняется в момент положительного фронта сигнала на данном входе
DONE	Bool	0 – передача данных еще не завершена; 1 – передача данных завершена без ошибок
BUSY	Bool	0 – передача данных еще не начиналась либо уже завершена; 1 – передача данных выполняется в текущий момент, передача новой порции данных пока невозможна
ERROR	Bool	0 – нет ошибок; 1 – ошибка при передаче
STATUS	Word	Код результата выполнения команды
RCVD_LEN	UDINT	Размер (в байтах) реально принятых данных

Параметры REQ, CONT, DATA и CONNECT обязательно должны быть заданы. Остальные параметры могут быть заданы при необходимости.

Порядок выполнения лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы для закрепления полученных сведений об организации сетевого обмена данными между контроллерами необходимо создать в среде TIA Portal новый проект. В данном проекте следует запрограммировать сетевой обмен данными между двумя контроллерами S7-1200, посредством которого состояние сигналов на дискретных входах DIа контроллера PLC_1 (адреса входов I0.0–I0.7) должно по сети передаваться на дискретные выходы DQ а контроллера PLC_2 (адреса Q0.0 – Q0.7).

В начале выполнения работы следует в среде TIA Portal с использованием режима online убедиться в том, что устройству программирования (компьютеру) доступны по сети минимум два контроллера. Этим контроллерам необходимо в режиме online назначить IP-адреса. Для назначения IP-адреса в режиме online следует действовать пошагово в соответствии с табл. 8.1.

Далее в среде TIA Portal следует создать новый проект и добавить в него два контроллера S7-1200. В проекте контроллерам также необходимо назначить эти же IP-адреса, действуя в соответствии с табл. 8.2.

Далее нужно определиться, в какие моменты или с какой частотой контроллер PLC_1 будет передавать данные. Для этого в дереве проекта (Project tree) нужно выделить PLC_1, для него выбрать команду Device configuration, сделать двойной клик мышью на изображении контроллера в рабочем окне. На вкладке свойств Properties в нижней части экрана следует выбрать пункт General→System and clock memory и активировать (поставить галочку) пункт Enable the use of clock memory byte. При этом активируется clock memory – байт так называемой часовой памяти. Каждый бит этого байта изменяет свое состояние с FALSE на TRUE и обратно периодически в виде импульсов со значением скважности импульсов равным 0,5, т. е. половину периода бит равен FALSE, другую половину – TRUE. Частота импульсов всех восьми битов различна и изменяется в пределах от 0,5 Гц до 10 Гц. За всем этим следит операционная система ЦПУ. Таким образом, биты часовой памяти могут использоваться в качестве опорного тактового сигнала, инициирующего периодическую отправку данных по сети от PLC_1 к PLC_2.

После этого необходимо сконфигурировать логическое сетевое соединение между двумя контроллерами, действуя в соответствии с табл. 8.3.

Следующим шагом будет создание в памяти контроллеров символьных переменных, определяющих адрес пересылаемого блока данных в памяти контроллера – отправителя PLC_1 и адрес блока, куда данные будут помещаться в память контроллера – получателя PLC_2. Переменные, которые необходимо создать, показаны в табл. 8.6.

Таблица 8.6

Символьные имена используемых в проекте переменных контроллера

ПЛК	Name	Data Type	Logical Address
PLC_1 – отправитель	inputs	Byte	%IB0
PLC_2 – получатель	outputs	Byte	%QB0

Переменная inputs должна быть создана в таблице тегов контроллера PLC_1 (Project tree → PLC_1 → PLC tags → Default tag table), а переменная outputs – в таблице тегов контроллера PLC_2 (Project tree → PLC_2 → PLC tags → Default tag table). Таким образом, переменная inputs объединяет в себе 8 дискретных входов DI а контроллера PLC_1 с адресами %I0.0 – %I0.7, а переменная outputs объединяет в себе восемь дискретных выходов DQ а контроллера PLC_2 с адресами %Q0.0 – %Q0.7. Очевидное преимущество такого подхода состоит в том, что вместо пересылки каждого из восьми битов по отдельности удобнее переслать их все вместе одним блоком типа Byte.

Далее следует использовать команды TSEND_C, TRCV_C в программных блоках Main, соответственно, контроллеров PLC_1 и PLC_2.

Для вставки команды TSEND_C в блок Main контроллера PLC_1 следует перейти на панель инструкций Instructions, открыть вкладку Instructions→Communication→Open user communications и перетащить мышью значок TSEND_C в начало блока Main. При этом среда Simatic Step 7 автоматически предложит создать новый системный блок данных, связанный с командой TSEND_C, и в появившемся диалоговом окне "Call options" предложит ввести название блока данных. В данном случае необходимо согласиться

с предлагаемым по умолчанию вариантом, нажать ОК. В результате этого в рабочем окне ввода программы появится следующий код:

```
"TSEND_C_DB"(REQ:=false,  
    CONT:=false,  
    LEN:=0,  
    DONE=>_bool_out_,  
    BUSY=>_bool_out_,  
    ERROR=>_bool_out_,  
    STATUS=>_word_out_,  
    CONNECT:=_struct_inout_,  
    DATA:=_variant_inout_,  
    COM_RST:=_bool_inout_);
```

Для настройки и ввода всех необходимых параметров команды следует выполнить щелчок левой клавишей мыши на названии команды "TSEND_C_DB" и в появившемся маленьком всплывающем меню выбрать команду Start configuration. При этом в нижней части экрана активируется вкладка Configuration, реализующая интерфейс настройки параметров. Необходимые для заполнения поля будут выделены розовым цветом.

На вкладке Connection parameter:

- в поле Partner (устройство-партнер) выбрать PLC_2;
- в поле Connection data для устройства PLC_1 (Local) выбрать new, при этом система автоматически создаст системный блок данных PLC_1_Send_DB, содержащий все параметры сконфигурированного ранее сетевого соединения между контроллерами: наименование протокола передачи данных (по умолчанию – TCP), IP-адрес получателя и др.;

- в поле Connection ID (dec) ввести номер соединения – 1;
- повторно в поле Partner указать PLC_2 и далее в поле Connection data для PLC_2 (Partner) также выбрать new, при этом система создаст уже в памяти контроллера PLC_2 аналогичный системный блок PLC_2_Receive_DB, также содержащий параметры сетевого соединения;

на вкладке Block parameter:

- в поле Start request (REQ) ввести "Clock_1Hz" – символьное имя бита часовой памяти, реализующего тактовые импульсы с частотой 1 Гц (можно выбрать бит с другим значением частоты);

- в поле CONT – ввести 1;
- в поле Send area (DATA), Start указать адрес пересылаемых данных – "inputs".

Далее аналогичным образом нужно вставить команду TRCV_C в блок Main контроллера PLC_2. Для настройки параметров команды следует выполнить щелчок левой клавишей мыши на названии команды “TRCV_C_DB” и выбрать Start configuration. При этом в нижней части экрана активируется панель Configuration, реализующая интерфейс настройки параметров. На панели Configuration нужно на вкладке Connection parameter:

- в поле Partner (устройство-партнер) выбрать PLC_1;
 - в поле Connection data для устройства PLC_1 (Local) выбрать блок PLC_2_Receive_DB;
- на вкладке Block parameter:
- в поле Enable request (EN_R) ввести TRUE;
 - в поле CONT – ввести 1;
 - в поле Receive area (DATA), Start указать адрес памяти, куда будет помещен принимаемый блок данных – “outputs”.

Сохранить проект.

Загрузка сохраненного проекта производится отдельно в память каждого из контроллеров. Для этого в дереве проекта следует выбрать вкладку Devices & networks. В появившемся окне Devices & networks будет схематическое изображение соединенных сетевым соединением контроллеров PLC_1 и PLC_2. Для загрузки проекта в память контроллера необходимо выделить мышью схематическое изображение контроллера и выбрать команду главного меню Online→Download to device. Затем необходимо проделать то же самое для другого контроллера.

Загрузить созданный проект в контроллеры и убедиться в правильности работы программы.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема сетевого соединения контроллеров.
3. Список используемых в проекте значений параметров команд TSEND_C, TRCV_C.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какой сетевой интерфейс используется в выполненной лабораторной работе для обмена данными между контроллерами?
2. Какова последовательность действий по настройке логического сетевого соединения между двумя ЦПУ?

Лабораторная работа № 9

АСУ смешивания компонент на базе тензочесов и расходомера

Цель работы: приобретение навыков составления и отладки управляющей технологической программы на примере процесса смешивания компонентов для кормосмеси для кормления свиней.

Сведения к лабораторной работе

Описание технологического процесса приготовления кормосмеси

Жидкая кормовая смесь влажностью 75 %...80 % получается путем смешивания полнорационного комбикорма и воды в определенной пропорции. Влажность кормовой смеси определяется выражением:

$$W = \frac{(m_B + 0.14 \cdot m_K)}{(m_B + m_K)} \cdot 100\%, \quad (9.1)$$

где m_B и m_K – массы, соответственно, воды и комбикорма, кг;
14 % – стандартная влажность комбикорма.

Разделив числитель и знаменатель выражения (1) на m_K , получим преобразованное выражение

$$W = \frac{(K + 0.14)}{(K + 1)} \cdot 100\%, \quad (9.2)$$

где $K = \frac{m_B}{m_K}$ – отношение воды и комбикорма при приготовлении жидкой кормовой смеси.

Кормоприготовление на технологическом оборудовании промышленного свиного комплекса осуществляется либо с использованием расходомера (рис. 9.1) либо с использованием весового дозирования (рис. 9.2).

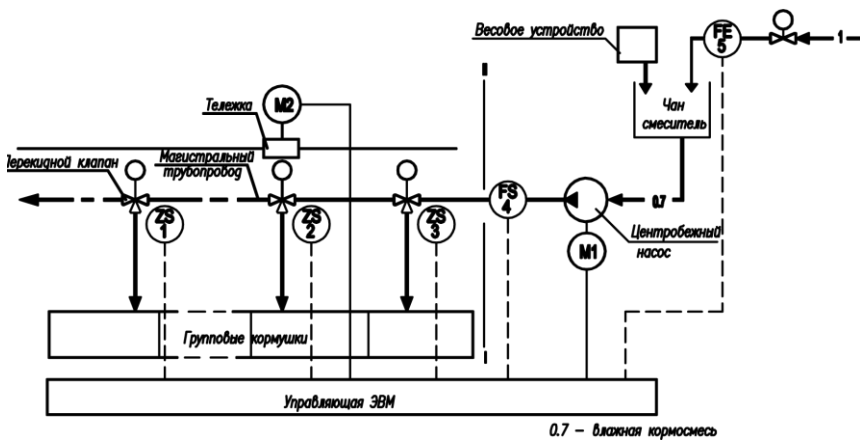


Рис. 9.1. Схема автоматизации приготовления кормосмеси с помощью объемного дозирования

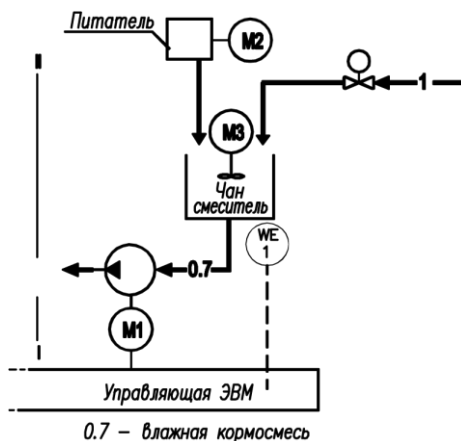


Рис. 9.2. Схема автоматизации приготовления кормосмеси с помощью весового дозирования

В первом случае обеспечивается заливка воды в чан-смеситель по контролю расходомером, далее при включенной мешалке дозируется комбикорм. Алгоритм работы АСУ представлен на рис. 9.3.

Во втором случае первоначально в смесительную ванну, установленную на тензовесах, поступает вода. После набора заданного количества воды осуществляется подача комбикорма из бункера

для хранения комбикорма, с помощью шнека-извлекателя. Управление оборудованием осуществляется микропроцессорным контроллером.

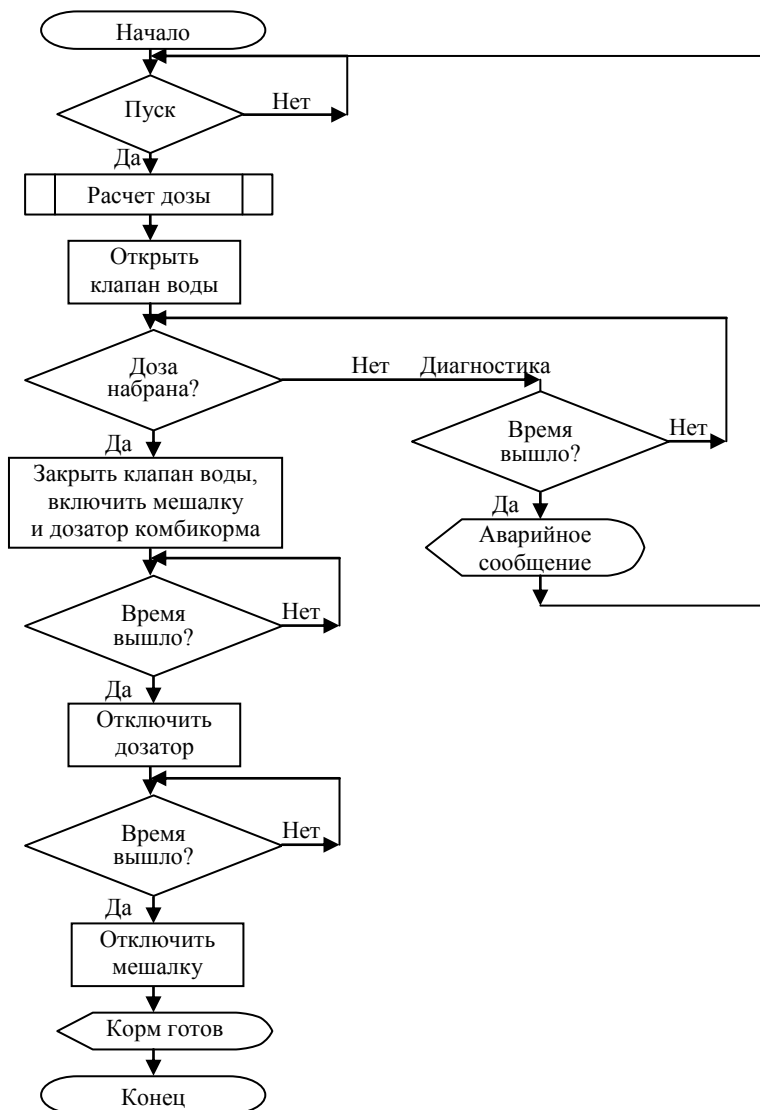


Рис. 9.3. Блок-схема алгоритма кормоприготовления

Устройство тензочувствительных датчиков

Датчики силоизмерительные тензорезисторные ДСТ Датчики силоизмерительные, с клееными фольговыми тензорезисторами, соединенными по мостовой схеме, предназначены для работы в силоизмерительных системах, с целью измерения статических или медленно изменяющихся усилий (сжатия и/или растяжения) (рис. 9.4).



Рис. 9.4. Монтажный чертеж тензорезистивного датчика

Изменение сопротивления является очень малым (обычно менее 0.1 Ом при номинальном сопротивлении 100 Ом) и по величине сравнимо с изменением под влиянием температуры. Поэтому обычно на нагрузочной ячейке закрепляются четыре тензодатчика, из которых два воспринимают нагрузку (деформируются), а два, расположенные под углом 90°, являются ненагруженными. Включение этих тензодатчиков в мост Уитстона позволяет получить выходной сигнал, зависящий только от нагрузки и не зависящий от температуры (рис. 9.5).

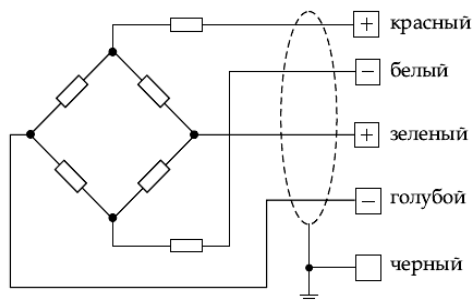


Рис. 9.5. Схема электрическая принципиальная тензорезистивного датчика

При подключении тензодатчиков к унифицированным аналоговым входам контроллера необходимо использовать промежуточный усилитель (рис. 9.6).

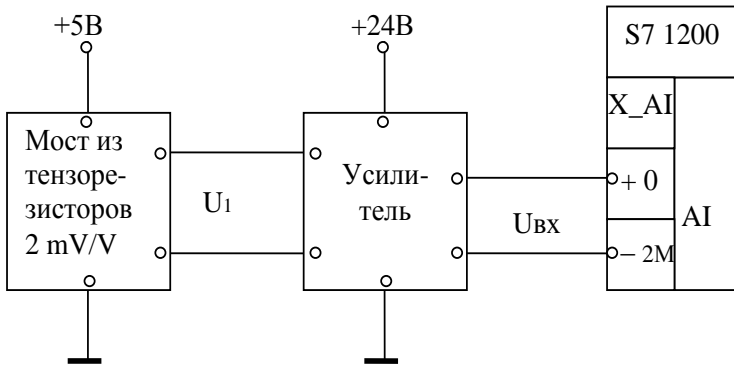


Рис. 9.6. Схема электрическая промежуточного усилителя

Порядок выполнения лабораторной работы

Разработать схемы подключения датчиков и исполнительных механизмов к контроллеру по вариантам: 1) объемное дозирование (рис. 9.1), весовое дозирование (рис. 9.2). Расходомер и тензovesы – устройства с унифицированным сигналом.

Разработать и реализовать управляющую технологическую программу по вариантам, ориентируясь на алгоритм (см. рис. 9.3).

Средства визуализации. Ввод задания, пуск и вывод текущего состояния готовности смеси осуществлять с помощью сенсорной панели.

Оформить отчет.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Блок-схема алгоритма управления технологическим процессом кормоприготовления по варианту.
3. Управляющая технологическая программа.
4. Окно (окна) панели оператора.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Устройство и принцип действия тензодатчика.
2. Устройство и принцип действия расходомера.
3. Каковы требования к АСУ смешивания компонент?
4. Состав средств автоматизации, необходимых для АСУ с объемным дозированием.
5. Состав средств автоматизации, необходимых для АСУ с весовым дозированием.
6. Поясните алгоритм управления для АСУ с объемным (весовым) дозированием.
7. Объясните работу фрагментов программного обеспечения проекта АСУ смешивания компонент.
8. Как подключается тензодатчик к контроллеру?

Лабораторная работа № 10

АСУ микроклимата картофелехранилища. Разработка средств визуализации и архивации

Цель работы: изучить технологический процесс, алгоритм управления, разработать программное и техническое обеспечение АСУ микроклимата картофелехранилища.

Сведения к лабораторной работе

Краткое описание технологических основ хранения картофеля

Технологический процесс хранения картофеля можно разделить на три основных периода: лечебный, охлаждение и хранение.

В лечебный период с целью быстрого заживления механических повреждений картофеля необходимо поддерживать в межклубневом пространстве насыпи температуру на уровне $(15 \pm 5)^\circ\text{C}$ и высокую относительную влажность воздуха (более 90 %) с минимальным воздухообменом, для чего в течение 10–15 дней картофель вентилируют рециркуляционным воздухом 4–6 раз в сутки по 15–30 мин.

При температуре картофеля выше 18°C должна включаться активная вентиляция (удельный расход продуваемого через массу картофеля воздуха составляет 60–100 м³/ч на 1 т) и подавать воздух с температурой на 3°C – 4°C ниже температуры массы хранимого продукта.

Если в закрытом хранилище заложен картофель, пораженный фитофторой, нематодой и т. п., то лечебный период проводится при температуре 8°C – 10°C с последующим охлаждением до 1°C – 2°C .

При закладке мокрого картофеля его немедленно подсушивают усиленной активной вентиляцией при относительной влажности воздуха не выше 80 %.

В период охлаждения, который наступает после лечебного, температуру хранимого продукта постепенно снижают до 2°C – 4°C , периодически проводя (4–6 раз в сутки по 16–30 мин, в течение 10–40 дней) активное вентилирование наружным воздухом или его смесью с внутренним воздухом в те периоды суток, когда температура

наружного воздуха не менее чем на 2 °С –3 °С меньше температуры хранимого продукта.

Период хранения – это основной период. Он начинается, когда температура картофеля в насыпи достигает 3 °С –4 °С. Вентиляционные установки включаются при повышении температуры в насыпи до 4 °С и более. Заданную температуру зимой поддерживают с точностью ± 1 °С активным вентилированием 4–6 раз в сутки смесью наружного и внутреннего воздуха, а при больших морозах – только рециркуляционным воздухом. В остальное время года насыпь вентилируют наружным воздухом, который забирают в наиболее холодное время суток, или воздухом, охлажденным в специальных холодильных установках.

В процессе вентиляции картофеля с его поверхности удаляется влага.

Во всех случаях относительная влажность воздуха должна быть максимальной, но без образования конденсата на картофеле. При пониженной влажности вентиляционного воздуха возникают большие потери массы клубней, что ухудшает товарный вид.

Алгоритм управления параметрами микроклимата в картофелехранилище

В оборудование обеспечения управления параметрами микроклимата картофелехранилища входят следующие основные устройства (рис. 10.1): смесительный клапан с подогревателем и исполнительным механизмом, приточная и вытяжная шахты, два рециркуляционно-отопительных агрегата, вентиляционно-распределительный канал, вентилятор приточной системы и шкаф автоматического управления активной вентиляцией (ШАУ-АВ). В шкафу размещены регуляторы температуры А1–А6, программное реле времени КТ (2РВМ), ключи и кнопки управления. В связи с неблагоприятными для работы аппаратуры условиями предусмотрен автоматический обогрев шкафа от электроподогревателя ЕК, действием которого управляет контактное термореле типа ДТКБ.

Система автоматического управления микроклиматом в овощехранилищах может работать в режиме ручного или автоматического управления. В ручном режиме переключатели SA1 и SA3 ставят в положение Р, и управление производится с помощью кнопочных

постов P2, P3 и P4. В автоматическом режиме переключатель SA1 ставят в положение А, а SA2 – в одно из положений (Л – лечебный; О – охлаждение; X – хранение), в соответствии с периодом хранения.

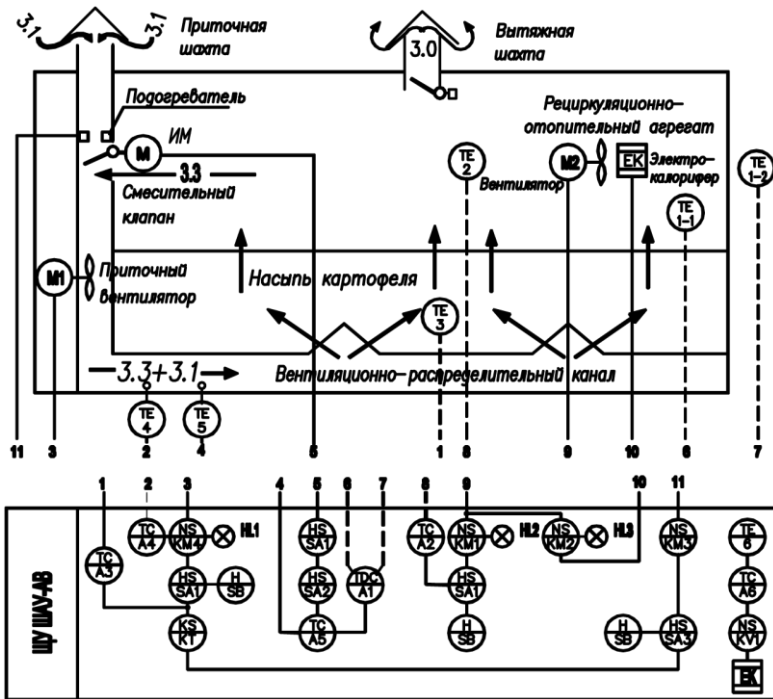


Рис. 10.1. Схема автоматизации управления температурным режимом в картофелехранилище

Переключатель SA3 в положение А ставят при отрицательных температурах наружного воздуха. Программное реле КТ настраивается вручную на шестиразовое включение приточного вентилятора в сутки, в каждом случае на 30 мин. Реле КТ может быть перепрограммировано в соответствии с технологическими требованиями.

В период охлаждения и хранения с целью снижения температуры до оптимального уровня, в соответствии с технологическими требованиями, клубни картофеля вентилируют смесью наружного и внутреннего воздуха в те периоды суток, когда температура

наружного воздуха не менее чем на $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже температуры насыпи картофеля. Охлаждают клубни медленно: на $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сутки при максимальной влажности воздуха до 100 %. Период охлаждения длится 20–25 суток.

Контролируют перепад температуры с помощью датчиков температуры TE1-1 и TE1-2, установленных в насыпи картофеля снаружи хранилища.

Если разница температур больше так называемого дифференциала (свыше $2\text{ }^{\circ}\text{C}$), то срабатывает дифференциальный регулирующий прибор А1 и включает промежуточное реле KV2 (размножитель контактов). Kontakтами KV2.2 включается регулирующий прибор А5, который своими kontakтами управляет степенью открытия смесительного клапана.

Для получения смеси наружного и внутреннего воздуха с заданной температурой в хранилищах с активной вентиляцией применяются смесительные камеры, оборудованные одностворчатыми или жалюзийными поворотными клапанами с электрическими механизмами.

В качестве исполнительных механизмов регулирующих органов в системах вентиляции хранилищ применяют ИМ-2/120 и МЭО-4/100, время одного оборота выходного вала которых 100–120 с.

Порядок выполнения лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы следует создать в среде TIA Portal новый проект, в котором реализовать описанный в работе алгоритм автоматического управления параметрами микроклимата картофелехранилища. Создать средства визуализации с использованием возможностей сенсорной панели.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Блок-схема алгоритма управления параметрами микроклимата картофелехранилища.
3. Управляющая технологическая программа параметрами картофелехранилища.
4. Вид окна панели оператора.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите периоды хранения картофеля в картофелехранилище.
2. Каковы требования к параметрам микроклимата в картофелехранилище по периодам хранения?
3. Состав средств автоматизации, необходимых для управления параметрами микроклимата картофелехранилища.
4. Каков алгоритм управления параметрами микроклимата картофелехранилища по периодам хранения?
5. Объясните работу фрагментов программного обеспечения проекта управления параметрами микроклимата картофелехранилища.
6. Какими программными модулями реализуется алгоритм управления микроклимата картофелехранилища?
7. Как программно реализуется управление температурой?
8. Как программно реализуется управление включением вентиляции?
9. Как программно реализуются функции защиты и технологических блокировок?

Лабораторная работа № 11

АСУ приготовления жидкого корма свиньям. Разработка средств визуализации и архивации

Цель работы: изучить технологический процесс, алгоритм управления, разработать программное и техническое обеспечение АСУ ТП приготовления жидкого корма свиньям.

Сведения к лабораторной работе

Описание технологического процесса кормоприготовления

Жидкая кормовая смесь влажностью 75 %...80 % получается путем смешивания полнорационного комбикорма и воды в определенной пропорции. Влажность кормовой смеси определяется выражением

$$W = \frac{(m_{\text{в}} + 0.14 \cdot m_{\text{к}})}{(m_{\text{в}} + m_{\text{к}})} \cdot 100\%, \quad (11.1)$$

где $m_{\text{в}}$ и $m_{\text{к}}$ – массы, соответственно, воды и комбикорма, кг;
14 % – стандартная влажность комбикорма.

Разделив числитель и знаменатель выражения (11.1) на $m_{\text{к}}$, получим преобразованное выражение

$$W = \frac{(K + 0.14)}{(K + 1)} \cdot 100\%, \quad (11.2)$$

где $K = \frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{к}}}$ – отношение воды и комбикорма при приготовлении жидкой кормовой смеси.

Кормоприготовление на технологическом оборудовании промышленного свиного комплекса осуществляется следующим образом (рис. 11.1). Первоначально в смесительную ванну, установленную на тензовесах, поступает вода. После набора заданного количества воды осуществляется подача комбикорма из бункера для хранения

комбикорм, с помощью шнека-извлекателя. Управление оборудованием осуществляется микропроцессорным контроллером. Алгоритм представлен на рис. 11.2.

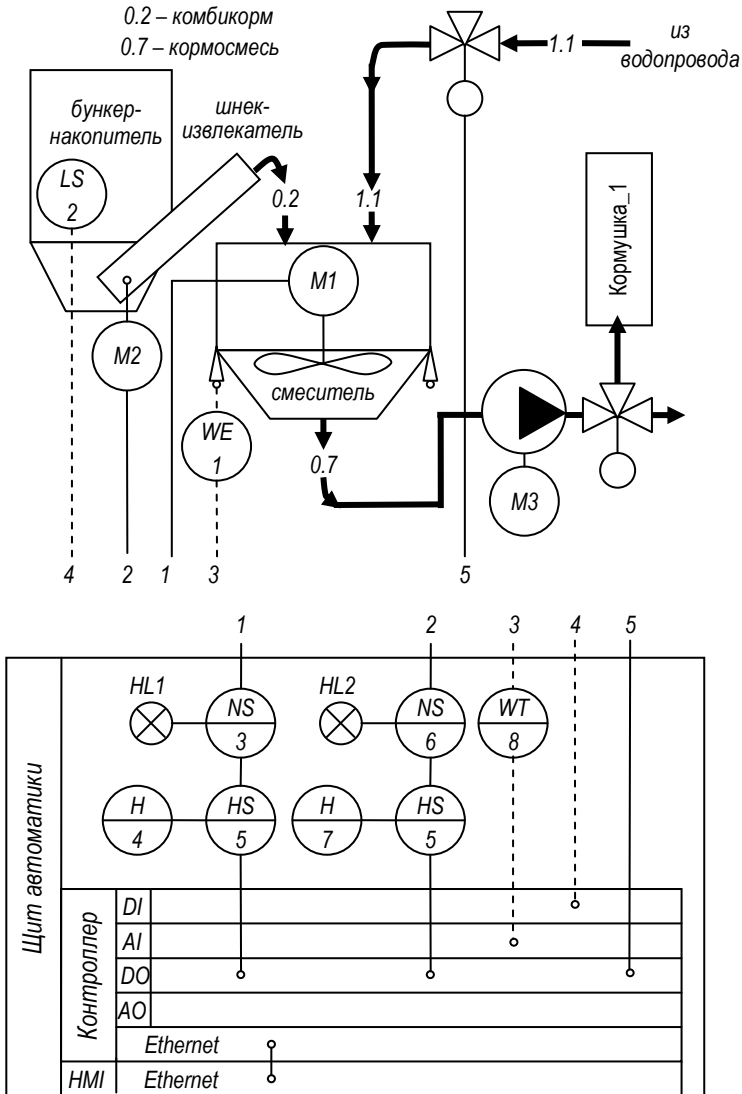


Рис. 11.1. Схема автоматизации приготовления жидкого корма

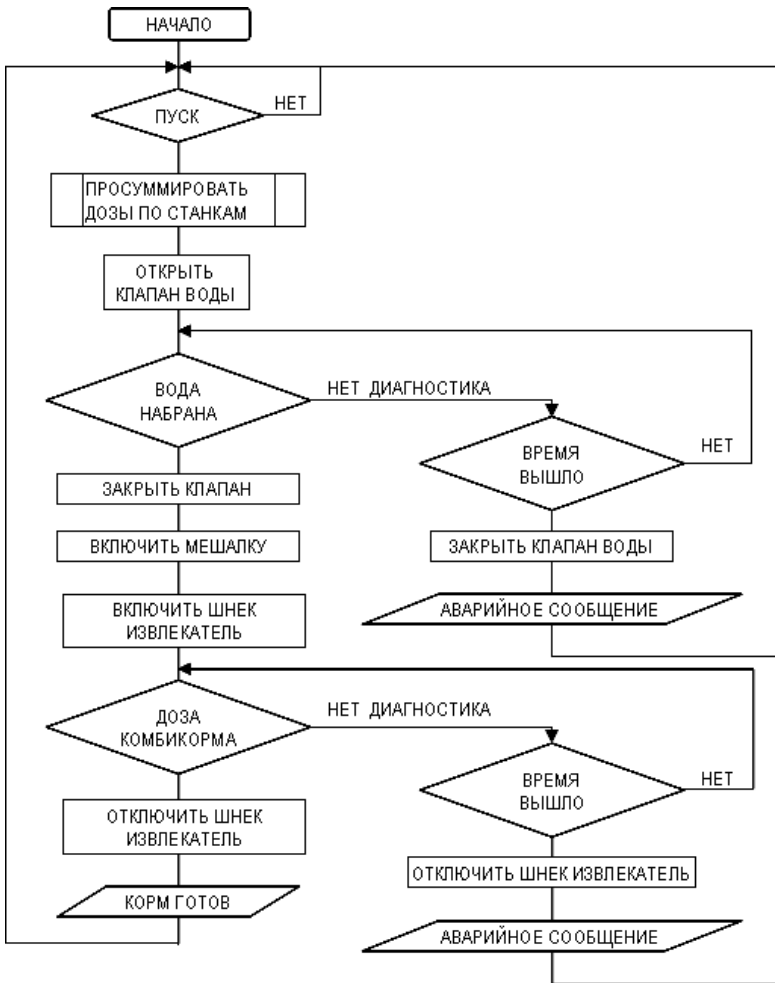


Рис. 11.2. Блок-схема алгоритма кормоприготовления

Порядок выполнения лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы следует создать в среде TIA Portal новый проект, в котором реализовать алгоритм (см. рис. 11.2) автоматического управления технологическим процессом кормоприготовления. Создать средства визуализации с использованием возможностей сенсорной панели.

Варианты параметров для разных бригад

Номер бригады	Используемый выход тензосесов	Масса корма, кг	Влажность жидкого корма, %	Время контроля, сек.
1	Аналог 0...10 В, 0...1500 кг	800	75	30
2	Аналог 0...10 В, 0...2000 кг	1000	78,6	40
3	Аналог 0...20 мА, 0...1500 кг	1000	80	25
4	Аналог 4...20 мА, 0...1000 кг	800	75	30
5	Аналог 0...10 В, 0...1500 кг	1200	81	40
6	Аналог 4...20 мА, 0...1500 кг	800	75	25

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Блок-схема алгоритма управления технологическим процессом кормоприготовления.
3. Управляющая технологическая программа.
4. Окно (окна) панели оператора.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Общее понятие о промышленной технологии откорма свиней.
2. Состав технологического оборудования для кормоприготовления.
3. Каковы принципы и технические средства дозирования жидкого корма?
4. Поясните алгоритм управления процессом кормоприготовления.
5. Объясните работу фрагментов программного обеспечения проекта АСУ кормоприготовления.
6. Каковы принципы и технические средства дозирования комбикорма и воды?

Лабораторная работа № 12

АСУ раздачи жидкого корма свиньям. Разработка средств визуализации и архивации

Цель работы: изучить технологический процесс, алгоритм управления, разработать программное и техническое обеспечение АСУ раздачи жидких кормов.

Сведения к лабораторной работе

Краткое описание технологического оборудования и средств автоматизации

Типовой свинарник-откормочник, рассчитанный на откорм 10,8 тыс. голов свиней в год, состоит из шести изолированных секторов. В каждом секторе находится 24 групповых станка, в которых содержится до 25 свиней. Каждый свинарник-откормочник имеет свою линию раздачи жидких кормов (рис. 12.1). Линия раздачи жидкого корма включает смеситель, на выходе которого установлен электромагнитный расходомер FS1 и центробежный насос с электроприводом M1. Магистральный кормопровод крепится на опорах в технологическом проходе свинарника. От него в каждую кормушку станка отходит опуск с быстродействующим электропневмоклапаном. Клапан открывается и закрывается по команде системы управления (контроллер). Дозы корма выдаются в соответствии с количеством и массой свиней в групповом станке.

Алгоритм управления процессом кормораздачи

После завершения процесса приготовления объема жидкого корма в смесителе в соответствии с запланированными дозами по групповым кормушкам при наличии разрешения на раздачу включается привод кормораздаточного насоса. Затем открывается первоначальный клапан и осуществляется выдача запланированной дозы жидкого корма в групповую кормушку. Измерение расхода корма может осуществляться встроенным в кормопровод электромагнитным расходомером или тензовесами. После выдачи дозы клапан закрывается и открывается клапан следующего группового станка. Процесс периодически повторяется до завершения кормления. Блок-схема алгоритма представлена на рис. 12.2.

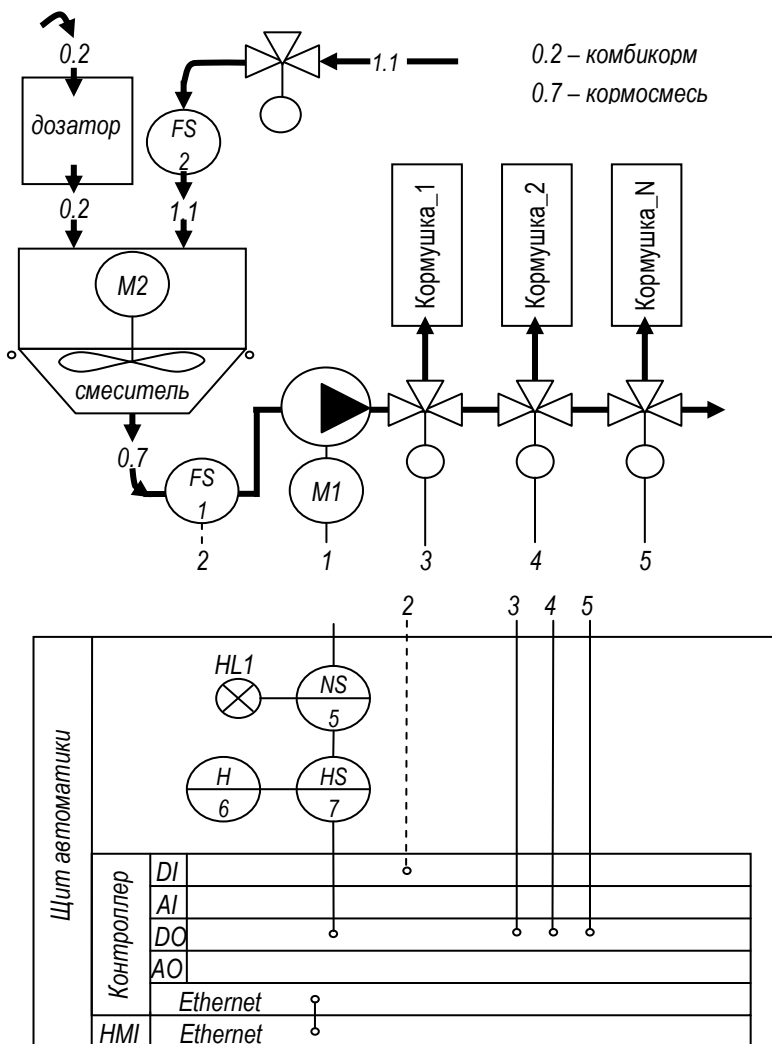


Рис. 12.1. Схема автоматизации раздачи жидкого корма

Порядок выполнения лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы следует создать в среде TIA Portal новый проект, в котором реализовать алгоритм автоматического управления технологическим процессом кормораздачи.

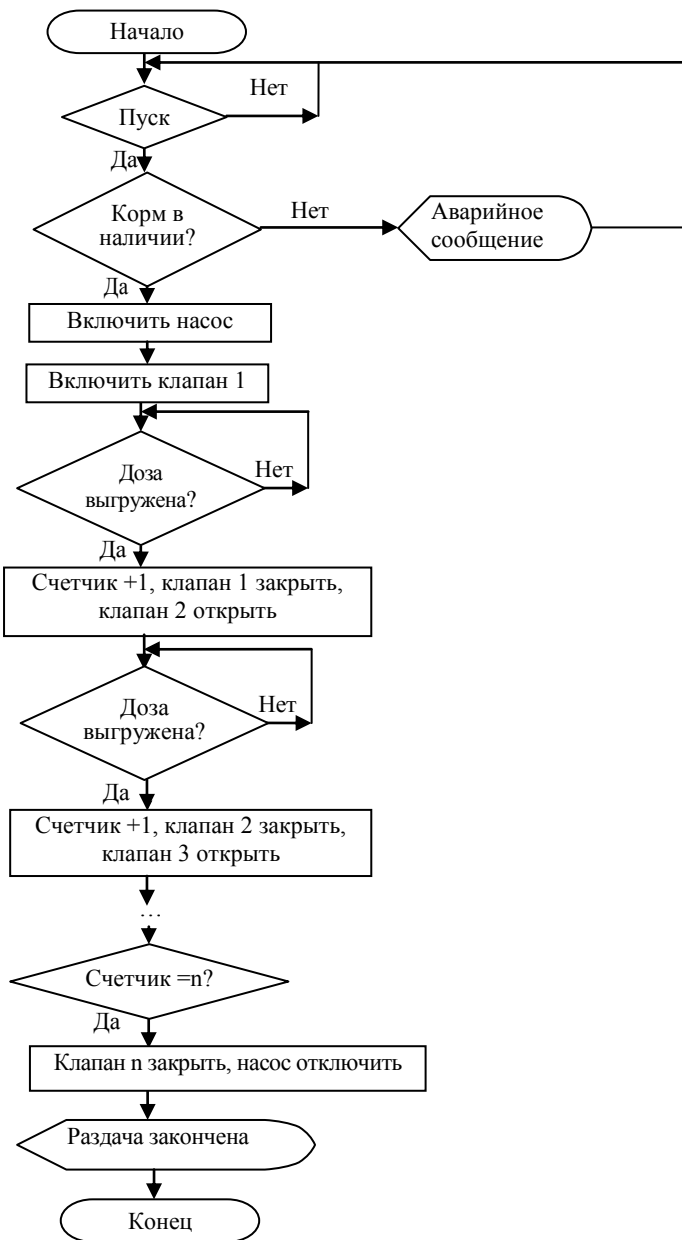


Рис. 12.2. Алгоритм управления процессом раздачи корма

Создать средства визуализации с использованием возможностей сенсорной панели.

Таблица 12.1

Варианты параметров для разных бригад

Номер бригады		
1	4 кормушки (30, 40, 40, 10)	тензовесы
2	3 кормушки (30, 40, 10)	расходомер
3	4 кормушки (30, 40, 40, 10)	расходомер
4	3 кормушки (30, 40, 10)	тензовесы
5	5 кормушек (30, 40, 40, 0, 10)	тензовесы
6	5 кормушек (30, 40, 40, 0, 10)	тензовесы

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Блок-схема алгоритма управления технологическим процессом кормораздачи.
3. Управляющая технологическая программа.
4. Окно (окна) панели оператора.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Общее понятие о промышленной технологии откорма свиней.
2. Состав технологического оборудования для обеспечения раздачи жидкого корма по групповым станкам.
3. Состав средств автоматизации, необходимых для управления процессом раздачи жидкого корма.
4. Каков алгоритм управления процессом раздачи жидкого корма?
5. Поясните, как работают фрагменты программного обеспечения проекта раздачи жидких кормов?
6. Какие основные модули в алгоритме управления процессом раздачи жидкого корма?
7. Какие основные параметры должны выводиться на экран панели оператора в процессе кормоприготовления?

Лабораторная работа № 13

АСУ идентификации животных. Разработка средств визуализации и архивации

Цель работы: изучить средства для идентификации животных, алгоритм управления станцией кормления коров с идентификацией коров, разработать программное и техническое обеспечение АСУ раздачи кормов.

Сведения к лабораторной работе

Краткое описание технологического оборудования и средств автоматизации

Для идентификации коров используют следующие устройства:

- транспондер;
- ушные бирки;
- болюсы.

Методы электронной идентификации животных [3]

Ушные бирки.

Ушная чипированная бирка содержит уникальный электронный идентификационный номер и позволяет распознать животное и сохранить данные по каждому животному автоматически (рис. 13.1). Ушная бирка состоит из двух компонентов: чипа и антенны. Чип хранит уникальный номер животного, а антенна позволяет узнать его на расстоянии с помощью специального считывателя. Бирка после чипирования остается на виду, поэтому на ней может быть нанесено название хозяйства или продублирован уникальный номер животного. Ее легко закрепить, и чипированных животных всегда будет просто отделить от всего стада. Чипы стандарта Half Duplex (HDX) общаются с ридером как двухстороннее радио, ридер посылает сигнал, а затем отвечает чип. Сам по себе чип сигнал не излучает, поэтому является полностью безвредным для животного. HDX чипы транспондеры наиболее популярны на молочных фермерах. Сигнал с HDX-транспондера лучше работает в условиях помех и при наличии железных конструкций.

Болюсы.

Болюсы для животных представляют собой еще один вид электронного мечения. В своем составе болюсы имеют специальную

капсулу, покрытую специальной керамикой. Керамическая оболочка представляет собой бионейтральный материал, который не вызывает у животных аллергических реакций или процесса отторжения. Внутри керамической капсулы находится микрочип. Болюс функционирует без источника питания. На поверхность нанесен нестираемый идентификационный код. Код не может быть изменен и является уникальным. Код можно считывать с болюса даже при движении животного. Болюсы вводятся через ротовую полость животного с помощью имплантационного устройства и задерживаются в преджелудке. В зависимости от считывателя варьируется расстояние считывания номера болюса до 100 см.



Рис. 13.1. Вид ушной бирки

На базе устройств идентификации коров разработаны и станции кормления.

***Алгоритм управления процессом кормления
на станции кормления коров с идентификацией коров
и нормированием кормов***

В оборудование станции (рис. 13.2) входит бункер-накопитель комбикорма, из которого комбикорм загружают шнеком в дозатор. Из дозатора корм дозированно поступает в кормушку. Когда корова подходит к кормушке, обеспечивается считывание номера коровы (ридер АУ), контроллер обращается к базе данных и рассчитывает дозу корма, которая определяет время выгрузки корма (разделив дозу на производительность выгрузного устройства, получим продолжительность выгрузки), т. е. время работы дозатора.

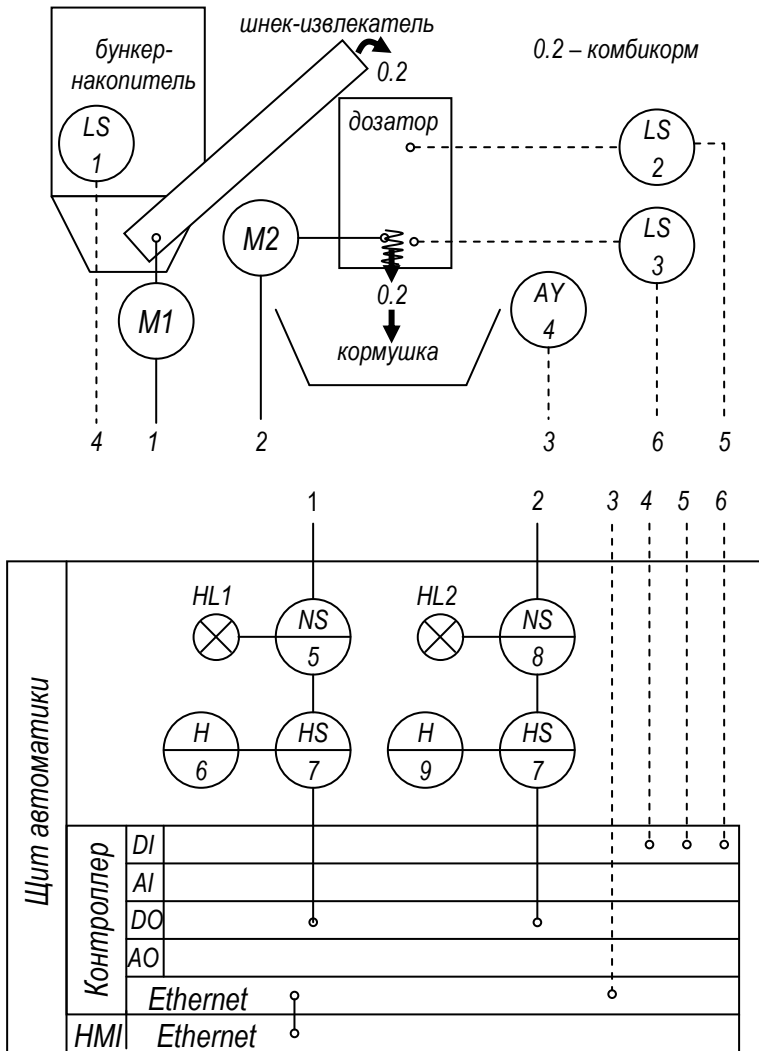


Рис. 13.2. Схема автоматизации станции кормления коров

Порядок выполнения лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы следует создать в среде TIA Portal новый проект, в котором реализовать алгоритм автоматического управления станции кормления коров с идентификацией

коров и нормированием кормов. Создать средства визуализации с использованием возможностей сенсорной панели.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Блок-схема алгоритма управления технологическим процессом кормораздачи.
3. Управляющая технологическая программа.
4. Окно (окна) панели оператора.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Общее понятие о системе управления стадом.
2. Какие виды устройств идентификации коров вам известны? Дайте им характеристику.
3. Принципы и технические средства нормированной раздачи кормов в коровнике.
4. Поясните алгоритм управления станцией кормления коров с их идентификацией и нормированием кормов.
5. Объясните работу фрагментов программного обеспечения АСУ станцией кормления коров с их идентификацией и нормированием кормов.
6. Какая информация выводится на экраны сенсорной панели оператора АСУ станции кормления коров?

Лабораторная работа № 14

АСУ доения коров.

Разработка средств визуализации и архивации

Цель работы: изучить технологический процесс автоматического доения, алгоритм управления, разработать программное и техническое обеспечение АСУ доения коров.

Сведения к лабораторной работе

Краткое описание технологического оборудования и средств автоматизации

Общий процесс машинного доения коров объединяет ряд отдельных операций, автоматизация которых дает определенный технико-экономический эффект и способствует улучшению условий труда.

К таким операциям относятся: подмыв вымени (санобработка) с предварительным массажем вымени, одевание доильных стаканов, непосредственно доение, додой молока, отключение доильного аппарата и его снятие с вымени, обработка вымени и промывка аппаратуры после доения.

Достаточно полно оснащена средствами механизации и автоматизации доильная установка УДА-16, схема автоматизации которой приведена на рис. 14.1 [2, с. 321].

При включенном вакуумном насосе оператор одевает доильные стаканы на соски вымени коровы и кнопкой Н пульта управления 18 включает установку в работу. Открывается клапан 19 и происходит доение. Через расходомер FE начинает протекать молоко. В качестве преобразователя количества молока используют две попеременно наполняющиеся емкости, которые при наполнении до заданного веса (100 г) опрокидываются, при этом замыкаются магнитоуправляемые контакты, и в схему пульта управления поступает импульс счета. На индикаторе пульта управления высвечивается показатель надоя молока.

В конце доения интервал следования импульсов уменьшается и со схемы управления пульта на клапан 8 начинают подаваться импульсные сигналы с частотой 0,5 Гц. Поршень пневмоцилиндра 7 начинает совершать возвратно-поступательные движения

в вертикальной плоскости и с помощью кронштейна 4 подымать и опускать доильные стаканы. Происходит операция массажа вымени, что способствует извлечению из альвеол вымени остатка молока, т. е. возникает процесс машинного додаивания, при этом доильные стаканы с вымени не снимаются.

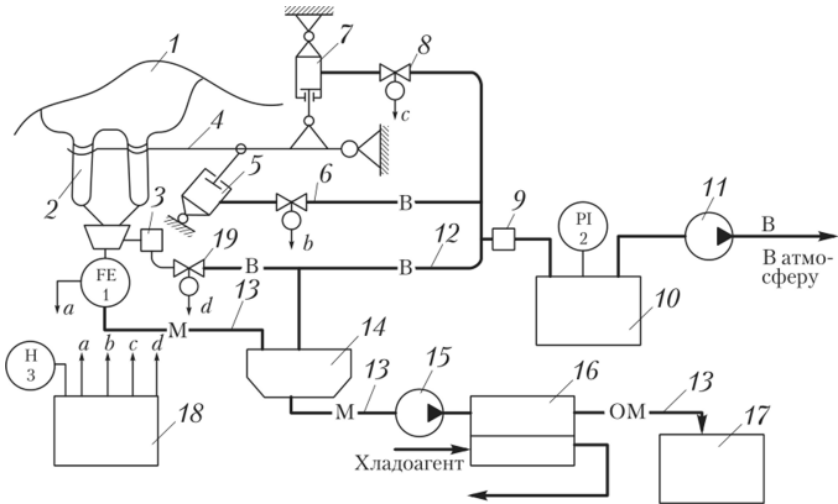


Рис. 14.1. Неполная схема автоматизации доильной установки УДА-16:
 1 – вымя; 2 – доильные стаканы; 3 – пульсатор; 4 – кронштейн;
 5, 7 – пневмоцилиндры; 6, 8, 19 – клапаны; 9 – вакуумрегулятор;
 10 – вакуумный баллон; 11 – вакуумный насос; 12 – вакуумпровод;
 13 – молокопровод; 14 – воздухоразделитель; 15 – молочный насос;
 16 – пластинчатый охладитель; 17 – молочный танк; 18 – пульт управления;
 В – вакуум; М – молоко; О. М – охлажденное молоко

После прекращения подачи импульсов на пульт управления отключается клапан 6. Доильные стаканы снимаются с сосков и доильный аппарат отводится в сторону. Достаточно сказать, что несвоевременное отключение доильных аппаратов и колебания частоты пульсаций пагубно сказывается на состоянии животных и их молокоотдаче.

Частота пульсаций доильных аппаратов с пневмопульсаторами зависит от величины вакуума в вакуумпроводе и состояния клапана пульсатора.

Порядок выполнения лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы следует создать в среде TIA Portal новый проект, в котором реализовать алгоритм автоматического управления технологическим процессом доения коров. Создать средства визуализации с использованием возможностей сенсорной панели.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Блок-схема алгоритма управления технологическим процессом доения коров.
3. Управляющая технологическая программа.
4. Окно (окна) панели оператора.
5. Выводы.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие основные этапы машинного доения коров и технологические требования к их выполнению?
2. Какие основные элементы доильной установки?
3. Перечислить состав технологического оборудования для доения коров.
4. Назовите состав средств автоматизации, необходимых для управления процессом доения коров.
5. Поясните алгоритм управления технологическим процессом доения коров.
6. Объясните работу фрагментов программного обеспечения АСУ доения коров.

Список использованных источников

1. Микропроцессорная техника систем автоматизации. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / сост.: И. И. Гируцкий, А. Г. Сеньков. – Минск : БГАТУ, 2017. – 136 с.
2. Фурсенко, С. Н. Автоматизация технологических процессов : учеб. пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. – Минск : Новое знание, М. : ИНФРА-м, 2015. – 376 с.
3. Идентификация коров в доильном зале DairyMaster [Электронный ресурс] \ Режим доступа: <https://gcagro.by/klientam/poleznye-stati/identifikaciya-korov-v-doilnom-zaledairymaster.html>. – Дата доступа: 22.02.2022.
4. Станции кормления коров автоматические с идентификацией коров и нормированием кормов [Электронный ресурс] \ Режим доступа: <https://agroservers.ru/b/stantsii-kormleniya-korov-avtomaticheskies-identifikatsiey-koro-137939.htm>. – Дата доступа: 22.02.2022.

Приложение

Характеристика преобразователя частоты Hitachi SJ 100

Преобразователь частоты HITACHI SJ100 – компактный инвертор с расширенными возможностями. Расшифровка обозначения приведена на рис. П.1. Диапазон моделей дан в табл. П.1, технические характеристики приведены в табл. П.2. Схемы подключения инвертора даны на рис. П.2–П.3, принципы установки параметров на рис. П.4, некоторые параметры настройки расшифрованы в табл. П.5.

Таблица П.1

Линейка моделей преобразователей частоты HITACHI SJ100

Модель	Мощность, кВт	Выходной ток, А	Габариты, В*Ш*Г, мм	Масса, кг
220В				
SJ100-002NFE	0,2	0,2	84*130*100	0,7
SJ100-004NFE	0,4	0,4	84*130*114	0,8
SJ100-005NFE	0,55	0,55	84*130*114	0,8
SJ100-007NFE	0,75	0,75	114*140*136	1,3
SJ100-011NFE	1,1	1,1	114*140*136	1,3
SJ100-015NFE	1,5	1,5	140*180*160	2,3
SJ100-022NFE	2,2	2,2	140*180*171	2,8
400В				
SJ100-004HFE	0,4	1,5	114*140*136	1,3
SJ100-007HFE	0,75		114*130*163	1,7
SJ100-015HFE	1,5	5,8	114*130*163	1,7
SJ100-022HFE	2,2	5,5	114*130*163	1,7
SJ100-030HFE	3,0	7,8	140*180*171	2,8
SJ100-040HFE	4,0	8,6	140*180*171	2,8
SJ100-055HFE	5,5	13,0	140*180*171	5,5
SJ100-075HFE	7,5	16,0	140*180*171	5,7

Общие технические характеристики преобразователей частоты
НПАСНН серии SJ100

Характеристика	Параметры
Напряжение питания	<ul style="list-style-type: none"> · 1 фаза 200 В – 10 % ~ 240 В + 5 %, 50, 60 Гц ± 5 % · 3 фазы 380 В – 10 % ~ 460 В + 10 %, 50, 60 Гц ± 5 %
Выходное напряжение	3 фазы от 0 В до напряжения питания
Выходная частота	0,5–360 Гц
Точность частоты	<ul style="list-style-type: none"> · При цифровой установке: ± 0,01 %, · При аналоговой установке: ± 0,1 %
Шаг изменения частоты	<ul style="list-style-type: none"> · При цифровой установке: 0,1 Гц · При аналоговой установке: максимальная частота/1000
Характеристика напряжение/ частота	<ul style="list-style-type: none"> · Постоянный момент · Бессенсорный векторный контроль · Сниженный момент · Высокий пусковой момент
Перегрузка по току	150 % от номинального тока (I _{ном}) в течение 60 сек., макс. 220 %
Время ускорения и замедления	0,1–3000 сек. устанавливается индивидуально для каждого процесса, может задаваться форма кривой, возможна двухступенчатая установка
Пусковой момент	150 % от номинального момента и более
Торможение	<ul style="list-style-type: none"> · регенеративное · динамическое · с программируемыми параметрами

Характеристика	Параметры
<p>Рабочие функции: · Установка частоты</p>	<p>Цифровая установка:</p> <ul style="list-style-type: none"> · цифровым оператором, · пультом дистанционного управления <p>Аналоговая установка:</p> <ul style="list-style-type: none"> · встроенным переменным резистором · с клемм входного терминала: <ul style="list-style-type: none"> – переменным резистором 1–2 кОм (1 Вт), – напряжением 0 – 10 В (входное сопротивление 10 кОм), – токовым сигналом 4 –20 мА (входное сопротивление 250 Ом)
<p>Рабочие функции: · Пуск / Стоп / Реверс</p>	<ul style="list-style-type: none"> · цифровым оператором, · пультом дистанционного управления, · сигналом, поданным на клеммы входного терминала
<p>Дополнительные рабочие функции</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Работа в многоскоростном режиме (15 фиксированных частот), · Пропуск резонансных частот, · Блокировка изменения параметров, · Автоматический перезапуск, · Встроенный PID-регулятор, · Автонастройка, · Толчковый режим, · Возможность подключения термодатчика (позистора), и т. д.
<p>Функции защиты</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Защита от перегрузки по току, · От повышенного и пониженного напряжения, · От перегрева, · От короткого замыкания, · Ограничение перегрузки и т. д.

Характеристика	Параметры
Входной терминал	2 аналоговых входа управления частотой, 6 цифровых программируемых многофункциональных входов
Выходной терминал	Аналоговый выход (частота, ток, момент), 2 бесконтактных цифровых выхода (открытый коллектор) программируются на сигнал о работе привода в заданных диапазонах частот, о превышении установленного значения нагрузки, о превышении заданных значений PID-регулятора, 1 релейный выход (авария)
Температура окружающей среды	от -10 до +40 °С (либо до +50 °С, но при этом частота ШИМ должна быть снижена до 2 кГц, а потребляемый двигателем ток – не более 80 % от номинального тока инвертора)
Влажность воздуха	20 %–90 %, без конденсата
Уровень вибрации	Не более 5,9 m/s ² (0,6 G), 10–55 Гц
Место эксплуатации	Высота не более 1000 м, в помещении, свободном от коррозионных газов и пыли
Дополнительное оснащение	Пульт дистанционного управления, Устройство копирования, Кабель для пульта ДУ, Сетевой дроссель, Помехоподавляющий фильтр, Выходной дроссель

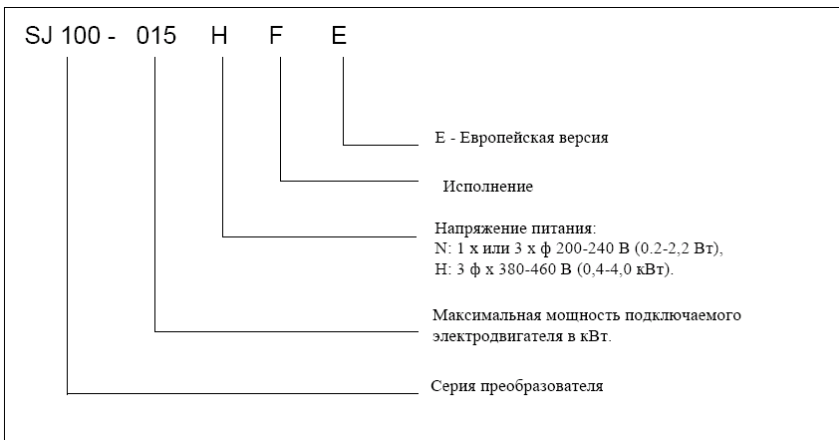


Рис. П.1. Расшифровка обозначения преобразователя частоты

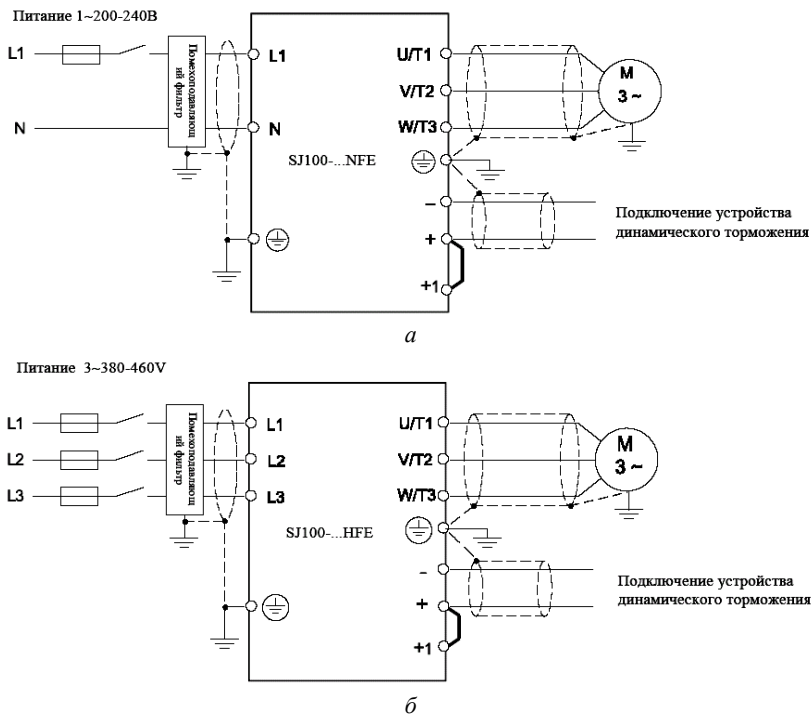


Рис. П.2. Схема подключения силовых клемм инвертора:
a – на примере SJ100-...NFE; *б* – на примере SJ100-...HFE

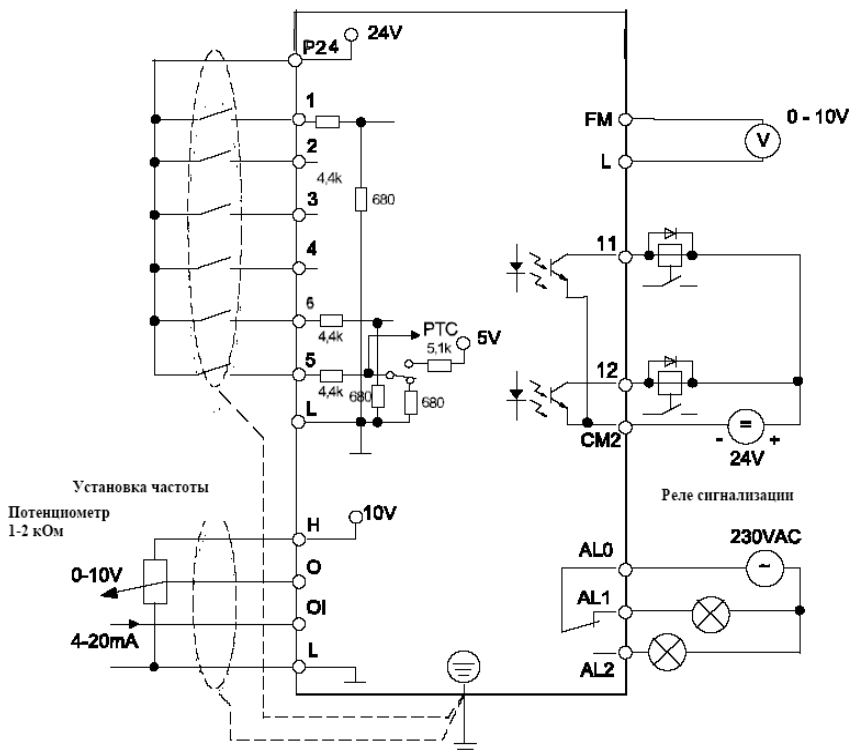


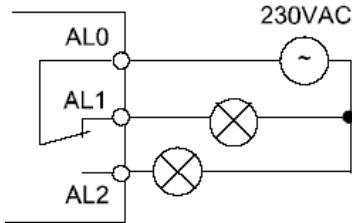
Рис. П.3. Схема подключения цепей управления

Таблица П.3

Характеристика цепей управления преобразователя частоты

Клемма	Функция	Описание
FM	Программируемый выход: задание частоты; ток двигателя	Аналоговый сигнал (0-10В, 1 мА)
L	0 В	0-вой потенциал для выхода FM
P24	24 В	Потенциал для дискретных выходов 1...6. Максимальная нагрузка – 30 мА

Клемма	Функция		Описание
6	Программируемые дискретные входы	2CH	Показана заводская установка входов. Обзор функций, которые можно запрограммировать на эти входы в табл. П.4. Входы 1...6 можно запрограммировать на восприятие сигнала замыкающего или размыкающего контакта (функции C11-C16) в табл. П.5
5		RS	
4		CF2	
3		CF1	
2		RV	
1		FW	
Н	10 В – опорное напряжение для датчика частоты		<p>Потенциометр 1-2 кОм</p> <p>0-9,6 В номинал 0-10 В</p> <p>4-19,6 мА номинал 0-20 мА</p> <p>Сопротивление нагрузки 10 кОм</p> <p>Сопротивление нагрузки 250 Ом</p> <p>Сопротивление нагрузки 250 Ом</p> <p>Если при значении 4 мА выходная частота $\neq 0$ Гц, то стартовая частота должна быть подкорректирована в функции b81.</p>
О	Аналоговый вход задания частоты 0–10 В		
ОI	Аналоговый вход задания частоты 4–20 мА		
L	0 В – опорный потенциал для аналоговых входов		
CM2	Опорный потенциал для выходов 11, 12		
11	Программируемый дискретный выходы (заводская установка FA1)		<p>Транзисторный выход, макс. 27В, 50 мА</p> <p>24V</p>
12		Программируемый дискретный выход (заводская установка RUN)	

Клемма	Функция	Описание
		<p>Функции:</p> <p>FA1 – сигнал о достижении установленного значения частоты;</p> <p>FA2 – сигнал при частоте $> / =$ частоте, установленной в функции C42 или C43;</p> <p>RUN – сигнал, если выходная частота > 0 Гц;</p> <p>OL – сигнал, если ток двигателя превысит установленное в функции C41 значение;</p> <p>OD – сигнал, если отклонение между установленным и действительным значением обратной связи больше задания функции C44 (если активирован ПИД-регулятор – функция A71);</p> <p>AL – сигнал при появлении ошибки</p>
AL2	Релейный выход Сигнализация сбоев	 <p>Работа: AL0–AL1 замкнут. Сбой: AL0–AL2 – замкнут (функция C33)</p>
AL1		
AL0		

Обзор функций программируемых входов

Вход Параметр	Функция	Описание
FW 00	Прямое вращение	Пуск/Останов. Прямое вращение (функция A02)
RV 01	Обратное вращение	Пуск/Останов. Обратное вращение (функция A02)
CF1 02	Фиксирован- ные частоты	Существует два способа программиро- вания фиксированных частот: 1) зада- ние с помощью функций A21-A35; 2) выбор соответствующих дискретных входов CF1...CF4 и введение желаемой частоты с помощью функции F01. Введенное значение перезаписывается клавишей STR
CF2 03		
CF4 05		
2CH 09	Вторая ступень разгона/ торможения	Время разгона/торможения – функция A92/A93, A292/A293
FRS 11	Блокировка регулирования	При активизации входа FRS, мгновенно происходит отключение выходного каскада преобразователя частоты
EXIT 12	Внешнее сообщение о сбое	При настройке этого входа высвечива- ется сообщение о сбое
USP 13	Блокировка повторного пуска	Блокировка повторного пуска препят- ствует повторному включению в том случае, когда после отключения сети, напряжение питания восстановлено и одновременно присутствует команда пуска
SFT 15	Защита мате- матического обеспечения	Защищает введенные параметры от потери и перезаписи

Вход Параметр	Функция	Описание
AT 16	Установка входа ОI активизирована (4–20 мА)	Происходит активизация входа
RS 18	Сброс (Reset)	Сброс сообщений о сбое, восстановление реле сигнализации
JG 06	Толчковый режим	Служит, например, для подстройки оборудования в ручном режиме
PTC 19	Клемма терморези- стора Только в сочетании с входом 5 Опорным потенциалом является клемма L	Вход 5 может быть запрограммирован с помощью функции C05 в качестве клеммы терморезистора
UP/DO WN 27/28	Функция ди- станциионного управления	Вверх/вниз
SET 08	Задание параметров 2-го двигателя	Функция активизируется после полной остановки привода
DB 07	Функция внешнего торможения постоянным током	При подключении клеммы DB Можно управлять торможением постоянным током

Описание некоторых функций

Код	Название функции	Примечание
<i>Базовые функции</i>		
F01	Установка частоты	Диапазон 0,5–360 Гц
F02	Время разгона	Диапазон 0,1–3000 сек.
F202	Время разгона для второго двигателя	Диапазон 0,1–3000 сек.
F03	Время торможения	Диапазон 0,1–3000 сек.
F04	Направление вращения	00 – прямое; 01 – обратное
<i>Индикация и диагностика</i>		
d01	Выходная частота, Гц	
d02	Ток двигателя, А	
d03	Направление вращения	
d05	Состояние дискретных входов	
d06	Сигнал о состоянии дискретных выходов 11, 12 и реле сигнализации AL0–AL2	
d07	Просмотр преобразованного значения выходной частоты	
<i>Основные функции</i>		
A01	Способы задания частоты	00 – встроенный потенциометр; 01 – терминал; 02 – функции F01/A20
A02	Команда пуска	01 – клеммы FW/RV
A03	Базовая частота	50–360 Гц
A203	Базовая частота для второго двигателя	50–360 Гц
A04	Максимальная частота	50–360 Гц
<i>Регулирование частоты внешним управляющим сигналом</i>		
A11	Частота при минимальном уровне управляющего сигнала	0–360 Гц
A12	Частота при максимальном уровне управляющего сигнала	0–360 Гц

Код	Название функции	Примечание
A15	Условия запуска	00 – пуск с минимальной частоты; 01 – пуск с 0 Гц
A16	Дискретизация аналоговых входов О/ОІ	1–8
Фиксированные частоты		
A20	Установка частоты, если в функции А01 установлен код 02	0–360 Гц
A21...A35	Фиксированная частота	0–360 Гц
A38	Толчковая частота	0,5–9,9 Гц
A39	Толчковый режим. Метод остановки	00 – свободный ход; 01 – наклонная; 02 – DC-торможение
ПИД-регулятор		
A71	ПИД-регулятор активирован / неактивирован	00 – неактивирован; 01 – активирован
A72	П-составляющая	0,2–5
A73	И-составляющая	0–150 сек
A74	Д-составляющая	0–100
A75	Коэффициент масштабирования	0,01–99,99
A76	Вход для сигнала обратной связи	00 – клемма ОІ; 01 – клемма О
Защита параметров		
b31	Защита параметров	
Дискретные входы 1–5		
C01	Дискретный вход 1 (00)	00 – FW; 01 – RV; 02 – CF1; 03 – CF2; 04 – CF3; 05 – CF4; 06 – JG; 07 – DB; 08 – SET; 09 – 2CH; 11 – FRS; 12 – EXT; 13 – USP; 15 – SFT; 16 – AT; 18 – RS; 19 – PTC; 27 – UP; 28 – DOWN
C02	Дискретный вход 2 (01)	
C03	Дискретный вход 3 (02)	
C04	Дискретный вход 4 (03)	
C05	Дискретный вход 5 (18)	
C06	Дискретный вход 6 (09)	

Код	Название функции	Примечание
C11	Дискретный вход 1 З/Р	00 – замыкающий; 01 – размыкающий
C12	Дискретный вход 2 З/Р	
C13	Дискретный вход 3 З/Р	
C14	Дискретный вход 4 З/Р	
C15	Дискретный вход 5 З/Р	
C16	Дискретный вход 6 З/Р	
Выходы 11, 12, FM, AL0-AL1		
C21	Дискретный выход 11 (01)	00 – RUN; 01 – FA1; 02 – FA2; 03 – OL; 04 – OD; 05 – AL
C22	Дискретный выход 12 (00)	
C23	Выход FM (00)	00 – A-F; 01 – A; 02 – D-F
C24	Установка функции AL	
C32	Дискретный выход 11 З/Р (01)	00 – замыкающий; 01 – размыкающий
C33	Дискретный выход AL0-AL1 (01)	00 – замыкающий; 01 – размыкающий
C41	Предел перегрузки (100)	0–200 %
C42	Частота, достигнутая при разгоне	0–360 Гц
C43	Частота, достигнутая при торможении	0–360 Гц
C44	Отклонение при ПИД-регулировании	0–100 %
C81	Настройка аналогового измерителя О	Заданное значение
C91	Выбор режима отладки	Заводская установка
C92	Адрес ЗУ	Заводская установка
C93	Данные ЗУ	Заводская установка
C94	Установка адреса ЗУ	Заводская установка
C95	Установка данных ЗУ	Заводская установка

На светодиодный дисплей могут быть выведены для отображения 4 - параметра.

Клавиша STOP/RESET

используется для остановки двигателя и сброса возникающих ошибок. Клавиша действует даже при управлении с клеммной панели.

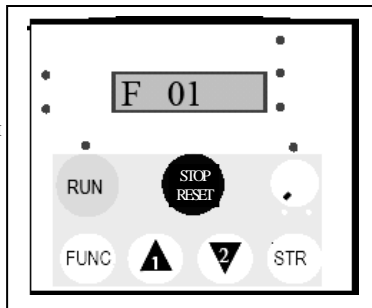
Светодиод RUN

загорается при подаче команды на запуск двигателя и при выдаче выходного сигнала.

Светодиод PRG

загорается при программировании параметров инвертора

Светодиод POWER загорается при подаче питания на инвертор



Клавиша RUN используется для запуска двигателя. При управлении с клеммной панели данная клавиша не используется. Светодиод над клавишей загорается только при пуске с пульта

Светодиод Hz или A загорается при отображении частоты или тока

Потенциометр на пульте используется для задания частоты. (Светодиод загорается при выборе в настройках данного способа).

При нажатии **клавиши STR** параметры функций сохраняются в памяти

Клавиши **▲, ▼** используются для изменения параметров.

Клавиша FUNC используется для установки параметров

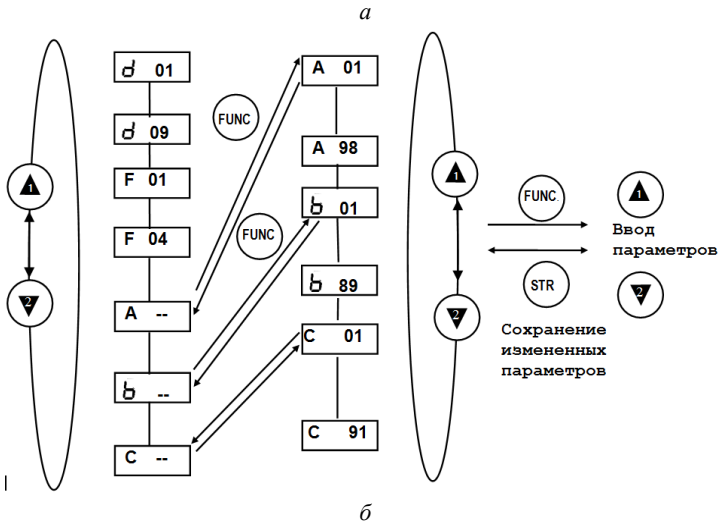


Рис. П.4. Принципы программирования преобразователя частоты: а – пульт оператора; б – последовательность действий

Для заметок

Учебное издание

Павловский Владимир Александрович,
Якубовская Елена Степановна

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ.
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

Учебное пособие

Ответственный за выпуск *Н. М. Матвейчук*
Редактор *Г. В. Анисимова*
Корректор *Г. В. Анисимова*
Компьютерная верстка *Д. О. Михеевой*
Дизайн обложки *А. А. Покало*

Подписано в печать 28.12.2023. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 6,97. Уч.-изд. л. 5,45. Тираж 99 экз. Заказ 317.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.