

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(наименование института полностью)

Промышленная электроника

(наименование кафедры)

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Промышленная электроника

(направление (профиль)/специальность)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Система управления фармацевтическим перемешивающим оборудованием

Студент(ка)

А.А. Асадов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.В. Прядилов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2019

Аннотация

Объем 49 с., 35 рис., 4 табл., 10 источника

В данной бакалаврской работе была создана система управления фармацевтическим перемешивающимся оборудованием, которое предназначено для равномерного смешивания порошков и гранул.

Цель работы: модернизировать устаревшую систему управления фармацевтическим перемешивающимся оборудованием, в связи с выходом из производства установленной системы управления. Во время модернизации была написана полностью программа работы оборудования, которая позволяет регулировать скорость и время работы.

Задачи работы:

1. Состояние вопроса;
2. Аппаратная часть;
3. Программная часть;
4. Практическая реализация проекта.

Бакалаврская работа содержит четыре главы, в которых решены выше перечисленные задачи.

Использование выбранных устройств в данном проекте, позволило существенно снизить цену для модернизации оборудования. Появилась такая возможность как, замена не исправных устройств на исправные устройства, на том же месте где установлена.

Для написания программы работы оборудования использовалась среда программирования OWEN Logic, для создания плакатов использовалась программа КОМПАС – 3D.

Областью применения данной работы являются фармацевтические технологии гранулирования веществ.

Оглавление

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1. Состояние вопроса | 5 |
| 1.1. Обзор существующих решений | 5 |
| 1.2. Общее описание и работа оборудования | 7 |
| 2. Аппаратная часть | 11 |
| 2.1. Требования к устройству и разработка его структурной схемы | 11 |
| 2.2. Обзор и выбор основных комплектующих | 13 |
| 2.3. Разработка схемы электрической принципиальной | 22 |
| 3. Программная часть | 24 |
| 3.1. Разработка алгоритма работы | 24 |
| 3.2. Разработка программы | 27 |
| 4. Практическая реализация проекта | 42 |
| 4.1. Проверка работоспособности и отладка системы | 42 |
| 4.2. Составление временной диаграммы работы оборудования | 44 |
| Заключение | 46 |
| Список используемой литературы | 47 |

ВВЕДЕНИЕ

Развитие фармацевтического производства всегда зависит от повышения качества изготавливаемой продукции, её технологичности, сокращения технических издержек, что зависит от качества подготовленного персонала.

В настоящее время в различных отраслях промышленности, таких как фармацевтика, широко используются гранулированные продукты. Это объясняется преимуществом гранул, от порошкообразных или пастообразных форм веществ. Большое внимание уделяется исследованиям, разработке теории процессов гранулирования, а также созданию и совершенствованию оборудования для приготовления гранул. Производительность грануляционного оборудования и качество получаемых гранул в значительной степени определяется как конструкцией перемешивающего оборудования, так и режимами их работы.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Обзор существующих решений

В настоящее время в реализации управления перемешивающими устройствами, в дальнейшем будем называть их смесители трехнаправленного действия, производители данных устройств используют контроллеры, частотные преобразователи и блоки питания фирмы SIEMENS, что приводит к увеличению стоимости приобретения смесителя трехнаправленного действия. Рисунки используемых устройств приведена ниже.



Рисунок 1.1 – Блок питания модели SITOP



Рисунок 1.2 – Контроллер линейки SIMATIC S7-1200



Рисунок 1.3 – Панель оператора SIMATIC HMI



Рисунок 1.4 – Частотный преобразователь с модулем управления и панелью оператора.

На многих фармацевтических заводах используют устаревшие смесители трехнаправленного действия, система управления которых давно вышли из производства. Ремонт и замена на новое стоит не малых денег для завода, иногда эти цены сопоставимы с покупкой нового смесителя трехнаправленного действия. И из-за того что на нашем предприятии используется три устаревших смесителя трехнаправленного действия модели HD-100, нашему отделу АИМПП руководством завода была поставлена задача своими силами улучшить систему управления. Для реализации данной задачи, были найдены дешевые в приобретении и обслуживании программируемое реле, блок питания и панель оператора фирмы ОВЕН и частотный преобразователь Hyundai N700E.

1.2 Общее описание и работа оборудования

Смеситель трехнаправленного действия предназначен для равномерного смешивания порошков и гранул. Перемешивающая емкость закреплена на валах и приводится в движение посредством электромотора. Вращаясь по сложной траектории, порошковые материалы равномерно смешиваются друг с другом. Принцип «пьяная бочка» позволяет избежать «мертвых зон» при перемешивании и сократить время смешивания. Это наиболее эффективная модель смесителей.

Аппарат состоит из раздвигающихся в пространстве перпендикулярно друг другу двух Y-образных основ для прикрепления к цилиндру и самого цилиндра для перемешивания, приводимого в движение осевым скольжением.

Работает в 3-х пространственных направлениях, исключительно плавно переворачивается, опрокидывается. В ходе перемешивания материала ускоряется поток и распространение, одновременно исключается отклонение от удельного веса полученного материала, вызываемое воздействием центробежных сил. За короткое время достигается идеальное, высокоэффективное перемешивание используемого материала.

Смеситель трехнаправленного действия HD-100 представляет собой совершенно новое оборудование, отличающееся высокой эффективностью и производительностью, длительным сроком службы и безопасностью эксплуатации. Оборудование обеспечивает однородность смешивания гранул высокой степени или порошка с различной влажностью, пластичностью и удельным весом. Компоненты смесителя, контактирующие с лекарственными средствами, изготавливаются из импортной нержавеющей стали, соответствующей требованиям международного стандарта GMP. Смесители трехнаправленного действия широко применяются в фармацевтической, химической, пищевой и других областях промышленности.

Технические параметры:

Модель: HD-100.

Смесительный барабан: 100л.

Максимальный объем загружаемого материала: 80л.

Характеристики:

1. Уникальный дизайн, высокая производительность, низкий уровень шума, полированная поверхность барабана, привлекательный внешний вид, удобные отверстия для загрузки и разгрузки, простая установка, очистка и обслуживание, отсутствие излишков материала и перекрестного загрязнения.

2. Рабочая емкость смесителя перемещается в трех плоскостях по сложной траектории (вращение, зависание, перекрестное движение, переворачивание и пр.), обеспечивая качественное смешивание загруженных в нее материалов. Небольшое пространство вращения, высокий коэффициент подачи сухих гранул - до 85%.

3. Во время загрузки, оборудование устраняет пассивный эффект центробежной силы, обеспечивая самопоток и самодиффузию сырья, и позволяя предотвратить гравитационное разделение, расслоение и накопление, при этом достигая 99 % смешивания материалов.

4. Прочно герметизированный поворотный дисковый клапан, литой перемешивающий рычаг, приводной вал с автоматически регулируемой функцией для устранения сильного крутящего усилия.

Общий вид смесителя трехнаправленного действия HD-100 и панель оператора приведена ниже.



Рисунок 1.5 – Смеситель трехнаправленного действия HD-100

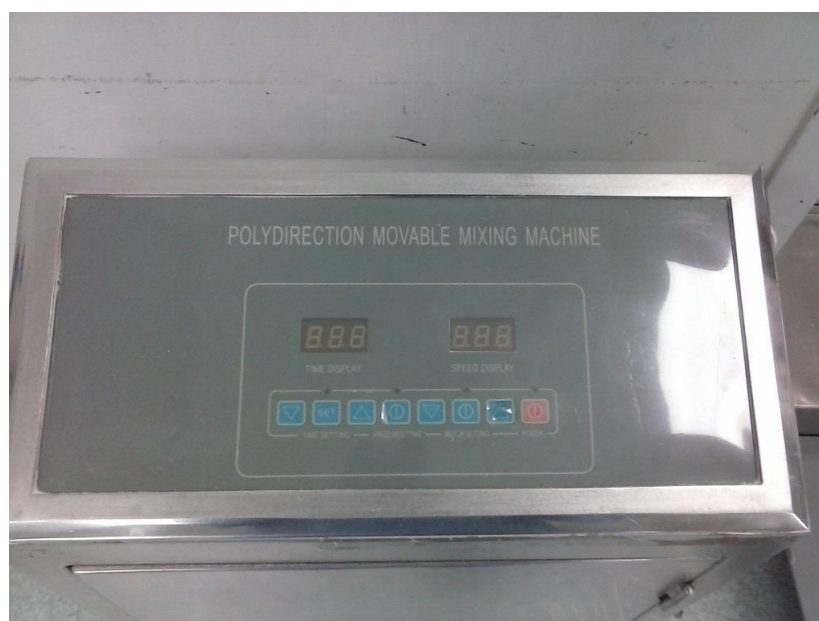


Рисунок 1.6 – Устаревшая панель оператора

Для приведения в движение HD-100 оператор должен выставить по маршрутной карте препарата время и скорость работы электромотора и нажать кнопку «Старт», после чего приводиться в движение перемешивающая бочка. По окончании установленного времени работы перемешивающая бочка постепенно замедляется и продолжает свое вращение еще два оборота, тем самым выходя в исходное положение. Произведение двух оборотов необходимы для поиска датчика положения. Программно прописано, что машина за первый оборот производит поиск датчика и получив сигнал от датчика на втором обороте останавливается, тем самым исключается возможность резкой остановки перемешивающей бочки.

2 АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Требования к устройству и разработка его структурной схемы

Структурная схема смеситель трехнаправленного действия HD-100 приведена на рисунке 2.1. Основными требованиями к устройству, являются выполнения поставленных производством задач, а именно перемешивания порошков и гранул. Для их выполнения требуется разобраться в принципе работы оборудования. Входное напряжение U_{\sim} подается на пакетный выключатель для отключения в случае выполнения технического осмотра или генеральной уборки. После пакетного выключателя питание подается на трехфазный автомат на 380В. От трехфазного автомата питается частотный преобразователь, который управляет электродвигателем. Также от трехфазного автомата подается напряжение на однофазный автомат от чего питается блок питания, трансформирующее переменное напряжение 220В в постоянное напряжение 24В. После чего питаются программируемое реле и панель оператора. На панели оператора указываются необходимые параметры работы оборудования и затем по связи RS-485 передаются в программируемое реле. После нажатия кнопки «Старт» программируемое реле подает на частотный преобразователь деразблокирующий сигнал и происходит запуск двигателя.

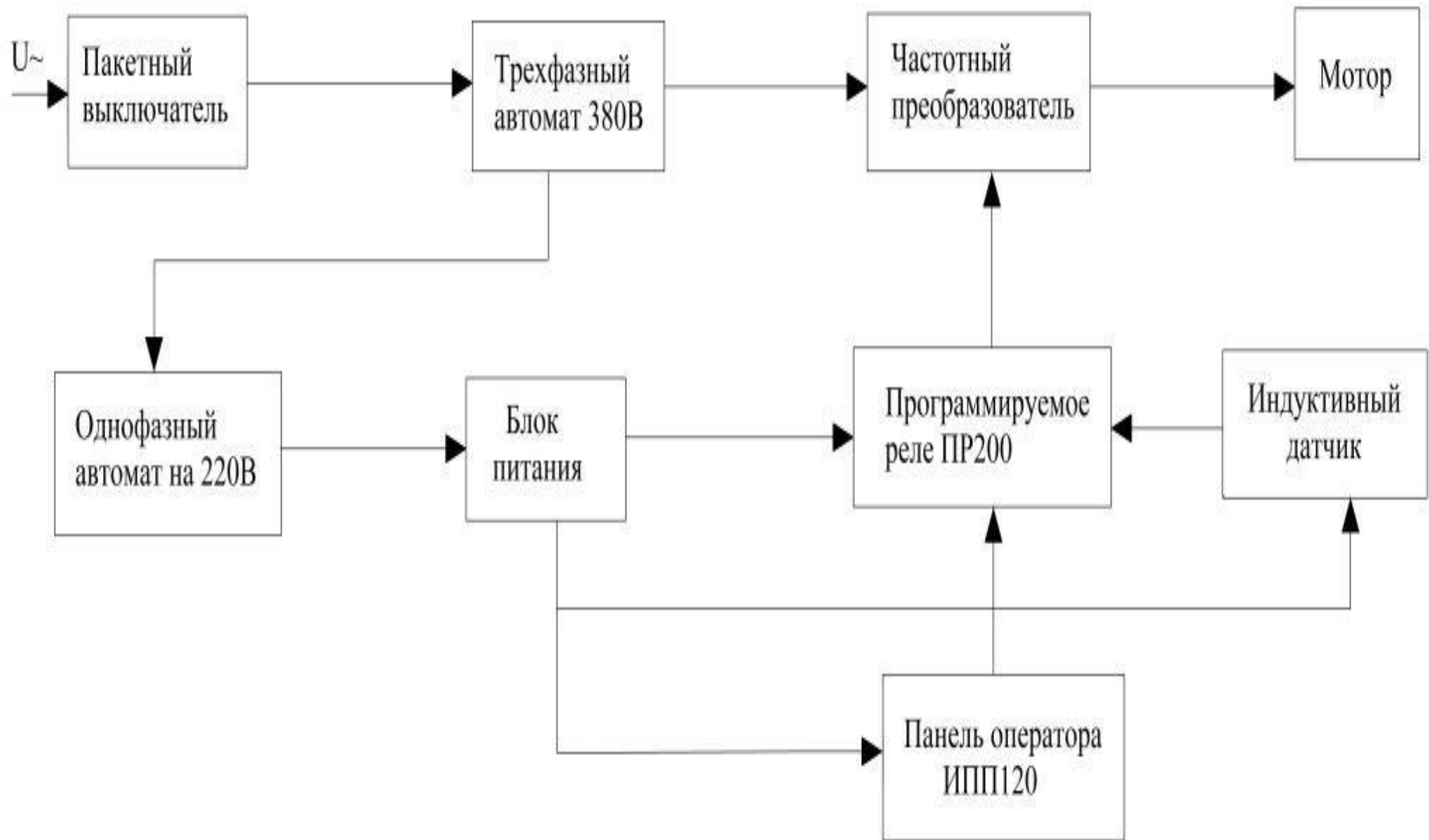


Рисунок 2.1 – Структурная схема HD-100

2.2 Обзор и выбор основных комплектующих

Для реализации поставленной задачи, были приняты решения, использовать устройства фирмы ОВЕН. Так как они легче в обслуживании и дешевле при покупке.

Одноканальный блок питания БП60Б-Д4-24 применяется для питания стабилизированным напряжением постоянного тока множество радиоэлектронных устройств, вид блока питания показан на рисунке 2.2. Блоки питания производятся в одном корпусе, но с разными модификациями, что означает разные выходные напряжения.

Таблица 2.1 – Технические характеристики

| Наименование | Значение |
|--|--------------------------------|
| Входное напряжение | 90 ... 264В |
| Частота входного переменного напряжения | 47 ... 63Гц |
| Порог срабатывания защиты по току | $\leq 1,5 I_{\max}$ |
| Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения питания | $\pm 0,2\%$ |
| Коэффициент температурной нестабильности выходного напряжения в рабочем диапазоне температур | $\pm 0,025\%/^{\circ}\text{C}$ |
| Электрическая прочность изоляции: – вход – выход (действующее значение) – вход – корпус (действующее значение) | 3 кВ 1,5 кВ |
| Уровень радиопомех | ГОСТ Р 51527 группа С |
| Масса, не более | 0,23 кг |
| Габаритные размеры (Ш × В × Г) | 72 × 90 × 58 мм |
| Степень защиты корпуса (со стороны лицевой панели) | IP20 |
| Выходное напряжение | 24В, $\pm 1\%$ |
| Максимальный ток нагрузки | $2,5I_{\max}$, А |
| Амплитуда пульсации выходного напряжения | 120мВ |
| Ток потребления | 1,03...0,41А |

Блок питания БП60Б-Д4-24 по принципу работы является импульсным и собран по схеме однотактного обратного преобразователя, оснащен

фильтром радиопомех на входе блока питания и гальванической развязкой между входом и выходом. Выходное напряжение стабилизируется за счет использования отрицательной обратной связи. Пусковой ток ограничивается за счет использования терморезистора. Защита от перенапряжения, а так же от импульсных помех осуществлена за счет использования варистора. Блок питания защищен от перегрузки, от короткого замыкания на выходе и от перегрева.



Рисунок 2.2 – Блок питания БП60Б-Д4-24

Программируемое реле: ОВЕН ПР200 – это свободное и легкое в программирование устройство, вид которого приведено на рисунке 2.3. Принцип работы программируемого реле ПР200 в действительности прост, так как программа пишется самим пользователем, поэтому прибор становится универсальным и дает возможности использовать его в различных сферах промышленности, сельском хозяйстве, ЖКХ. Специалисты фирмы ОВЕН рекомендуют применять приборы данной линейки при замене устаревших или вышедших из строя релейных систем защиты и контроля. За счет использования внутренней логики устройства можно значительно уменьшить количество коммутируемых электромагнитных устройств, что уменьшит время, затраты на проектирование и эксплуатацию систем, а также увеличит их надежность.

Для программирования ПР200 не требуется, какого – либо специального навыка, поскольку программа пишется в простой и интуитивно понятной среде программирования Owen Logic.

Линейка программируемых реле ОВЕН ПР200 необходима для построения локальных автоматизированных систем управления на основе релейной логики, например:

- задачи релейной защиты и контроля, автоматы АВР;
- управление наружным и внутренним освещением, освещением витрин;
- управление технологическим оборудованием (насосами, вентиляторами, компрессорами, прессами);
- системы управления воротами, дверьми, жалюзи;
- реализация конвейерных систем.

Основные особенности программируемых реле:

- Различные виды исполнения (по питанию, по типу входов/выходов, по количеству входов/выходов).
- Компактный корпус на DIN-рейку.
- Широкий климатический диапазон: -20...+55 °С.
- Наличие часов реального времени (в зависимости от модификации).
- Возможность интеграции в сети RS-485.
- Простая, интуитивно понятная среда программирования с широкими возможностями.
- Возможность создания и отладки проекта без прибора.

Программирование:

Алгоритм работы реле ОВЕН ПР200, определяется написанной пользователем программой, которая создается в среде "OWEN Logic". В основе языка программирования применяется язык функциональных блоков, который полностью соответствует стандарту МЭК 61131-3. Подключение к ПК происходит за счет стандартного MiniUSB – кабеля (USB – MiniUSB). Для интеграции в SCADA-системы и управления внешними устройствами в прибор может быть установлено до 2-х интерфейсов RS-485 с поддержкой протоколов

Modbus RTU/ASCII. Для увеличения количества дискретных входов/выходов программируемого реле ОВЕН ПР200 применяются модули расширения ОВЕН ПРМ.

Основные функциональные возможности и характеристики программируемого реле:

- До 12 дискретных входов
- До 8 дискретных выходов
- Питание как от 24 В, так и от 220 В
- Внутренний таймер
- Часы реального времени (опционально)
- Расширенные диапазоны рабочих температур -20..+55 °С
- Компактный корпус для крепления на DIN-рейку
- Создание любого алгоритма работы под потребности клиента
- Мощная, но простая среда программирования - OWEN Logic
- Работа в сети Modbus-Slave (с ПР-МИ485);
- Самая доступная цена на рынке



Рисунок 2.3 – Программируемое реле ПР200

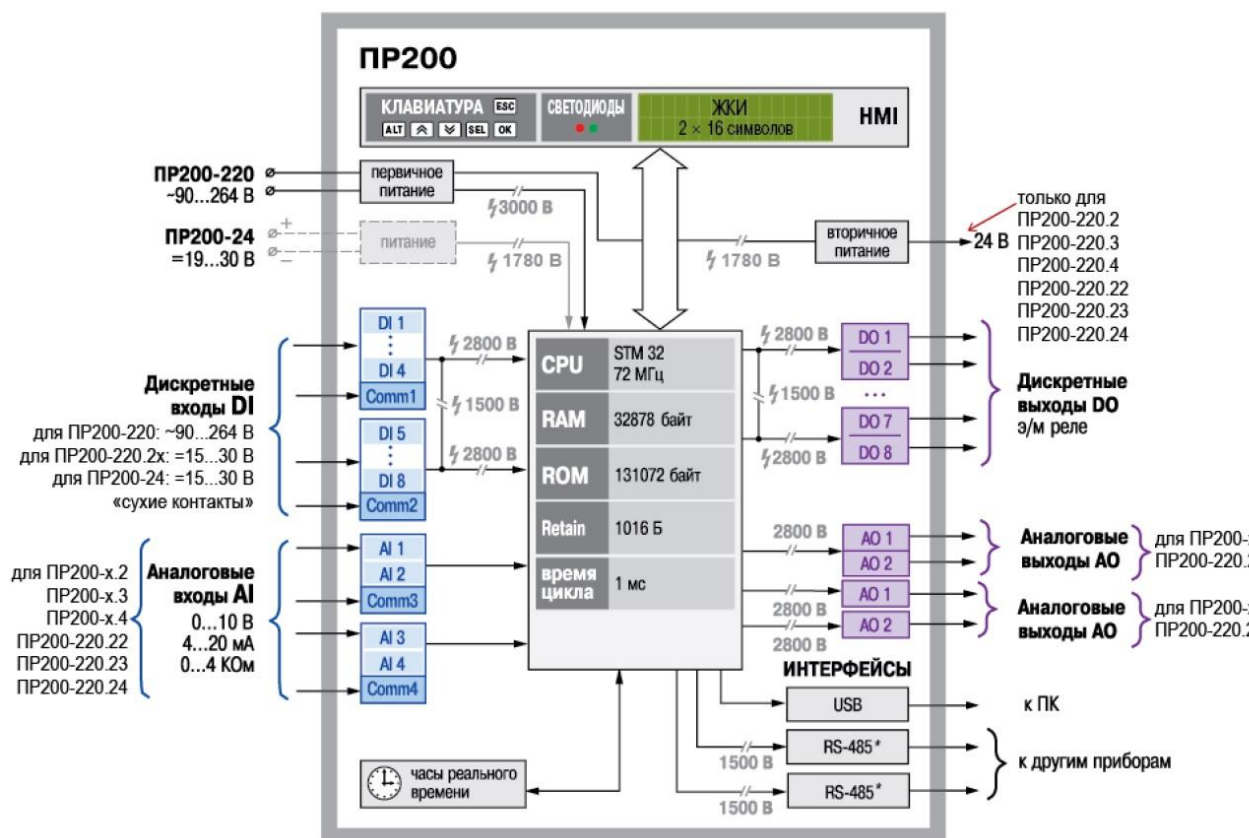


Рисунок 2.4 – Функциональная схема прибора

Панель оператора: ИПП120 применяется в основном для отображения технологических и рабочих параметров, управления подключенными устройствами и выполнения программ для простых автоматизированных систем управления технологическим оборудованием в различных областях промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства, вид устройства приведен на рисунке 2.5.

Область применения:

- управление наружным и внутренним освещением, освещением витрин;
- управление технологическим оборудованием (насосами, вентиляторами, компрессорами, прессами);
- конвейерные системы;
- управление подъемниками и т. д.

Логика работы прибора определяется пользователем в процессе программирования с помощью среды «OWEN Logic».

Прибор ИПП120 является устройством со свободной и легкой-программируемой логикой, работа которого определяется программой, разрабатываемой на ПК в среде программирования.

Пользовательская программа записывается в энергонезависимую Флэш-память прибора. По окончании процедуры записи программы, прибор автоматически перезагрузится, и программа запустится.

Программа пользователя также начнет выполняться сразу после подачи напряжения питания на запрограммированный прибор ИПП120. При подаче напряжения питания прибор выполняет настройку аппаратных ресурсов и самотестирование, после чего происходит выполнение пользовательской программы. Если самотестирование прошло успешно, прибор переходит в рабочий режим, в противном случае, прибор перейдет в Аварийный режим.



Рисунок 2.5 – Панель оператора ИПП120

Частотный преобразователь: Преобразователи частоты относятся к высокотехнологичному устройству, за счет которого происходит управление основными параметрами электродвигателя. Использование преобразователя частоты позволяет изменить скорость вращения двигателя. Используют такие преобразователи в таких оборудованных, как лифты, лебёдки, различные станки и другое технологическое оборудование. Возможности функционального интерфейса преобразователя частоты позволяют задать необходимые параметры электродвигателю и строго им соответствовать.

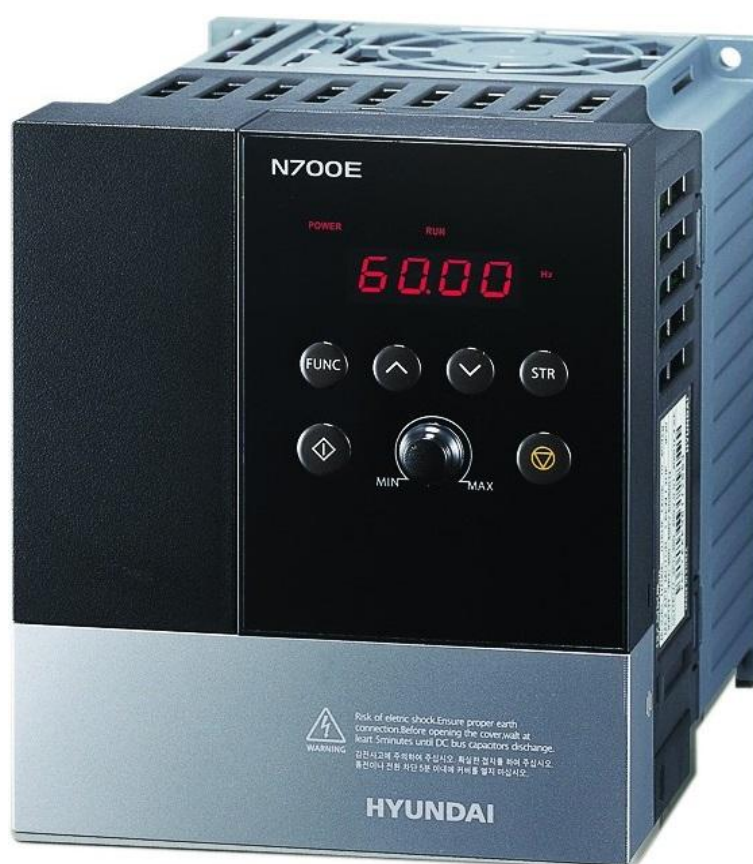


Рисунок 2.6 – Частотный преобразователь N700E

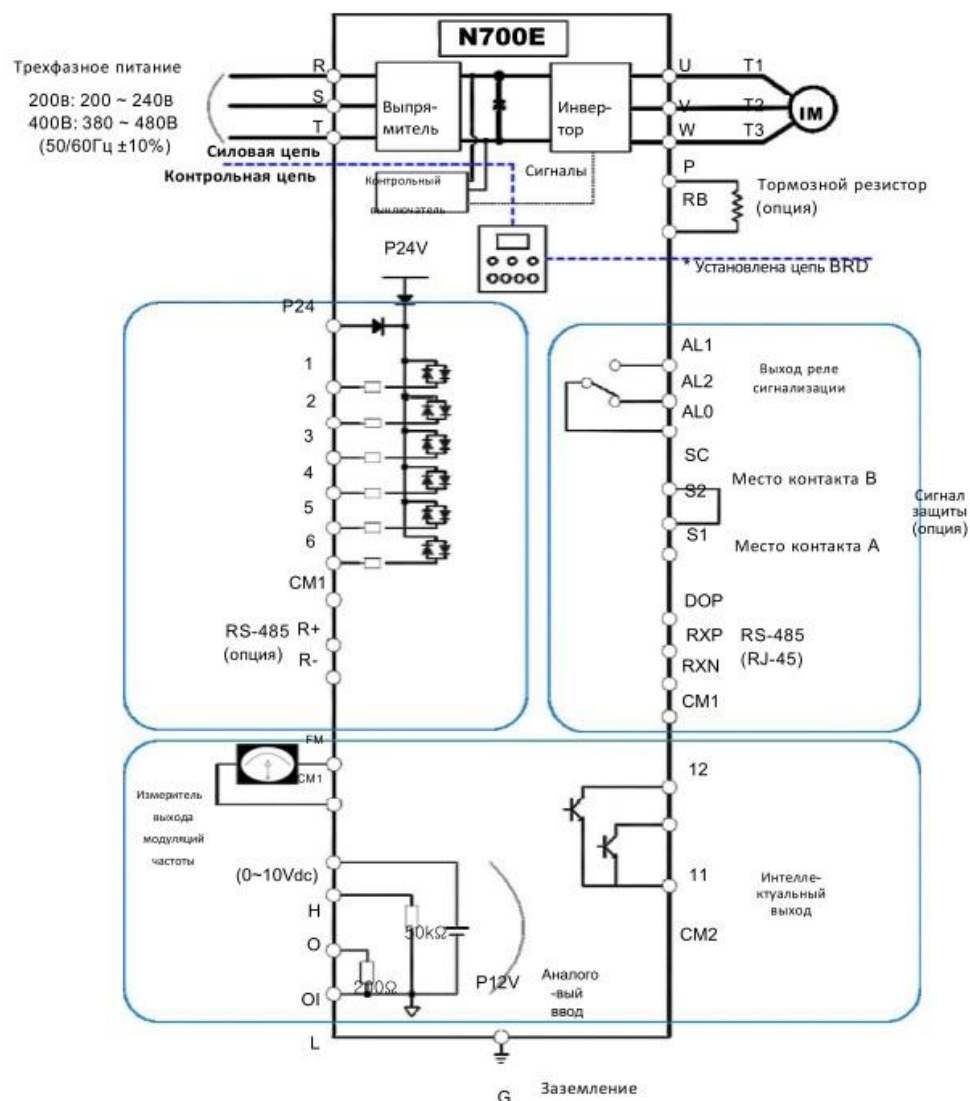


Рисунок 2.7 – Схема подключения клемм

| Символ | Название клеммы | Пояснение к содержанию |
|-------------|-----------------------------|--|
| R,S,T (R,S) | Входное питание | Подключите источник переменного тока. |
| U,V,W | Выход инвертора | Подключите трехфазный двигатель. |
| P,RB | Внешний тормозной резистор | Подключите опционный тормозной резистор. |
| G | Клеммы заземления инвертора | Вывод заземления. |

Рисунок 2.8 – Назначение основных клемм цепи

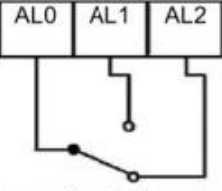
| Сигнал | Символ клеммы | Название клемм | Функция клемм |
|---|---|---|---|
| Входной сигнал | P24 | Питание для входных сигналов | 24VDC ±10%, 35mA |
| | 6 (RS) | Интеллектуальная клемма ввода Команда «пуск вперед» (FW), команда «пуск назад» (RV), команды с регуляторами скорости 1-4(CF1-4), 2-ступень ускорение/замедление (2CH), сброс (RS), блокировка программной клеммы (SFT), защита от автоматического запуска (USP), остановка работы на холостом ходу (FRS), работа в толчковом режиме(JG), внешнее выключение(EXT), 3-х проводной вход, (STA,STP,F/R), вверх/вниз (Up, Down), местное управление клавиатурой(O/R), управление местными клеммами ввода(T/R), Сброс интегратора ПИД регулятора (PIDIR), Отключение ПИД регулятора (PIDC) | Контактный вход: замкнут ВКЛ (работает) Разомкнут: ВЫКЛ. (остановка) |
| | 5 (AT) | | |
| | 4 (CF2) | | |
| | 3 (CF1) | | |
| | 2 (RV) | | |
| | 1 (FW) | | |
| CM1 | Общая клемма для сигнала входа или измерителя | | |
| Сигнал измерителя | FM | Аналоговый Монитор (частота, ток, напряжение) | Аналоговый Монитор частоты |
| Сигнал управления частотой | H | Питание для установки частоты | 10VDC |
| | O | Клемма установки входной частоты (напряжение) | 0-10VDC, входное полное сопротивление 50kΩ |
| | OI | Клемма установки выходной частоты (ток) | 4-20mA, Входное полное сопротивление 200Ω |
| | L | Клемма для аналоговых входов/выходов | |
| Интеллектуальный сигнал отключения | AL0 AL1 AL2 | Интеллектуальные сигналы тревоги: В нормальном состоянии, питание выключено: AL0-AL2 (замкнуто) в аварийном состоянии : AL0-AL1(замкнуте) | Коммутируемая нагрузка: Переменный ток 250В 2.5А (активная нагрузка) 0.2А (индуктивная нагрузка) Постоянный ток 30В 3.0А (активная нагрузка) 0.7А (индуктивная нагрузка) |
| | |  <p>Интеллектуальный сигнал выхода (релейный выход) Сигнал работы (RUN), сигнал достижения частоты (FA1), сигнал достижения частоты (FA2), сигнал предварительного уведомления о перегрузке (OL), отклонение ПИД регулятора (OD), Аварийный сигнал (AL)</p> | |
| Интеллектуальный выходной сигнал | 11 | Интеллектуальный сигнал выхода (открыт коллектор) Сигнал работы (RUN), сигнал достижения частоты (FA1), Сигнал достижения частоты (FA2), сигнал предварительного уведомления о перегрузке (OL), отклонение ПИД регулятора (OD), аварийный сигнал (AL) | 24VDC, 50mA максимум |
| | 12 | | |
| | CM2 | Общая клемма для сигнала выхода | |
| Клемма коммуникационного канала №1 (клеммы RJ-45) | RXP | Переходник RJ-45, 3 pin | RS-485 Основная коммуникационная клемма |
| | RXN | Переходник RJ-45, 6 pin | |
| Ввод сигнала безопасности (опция) | S C | Входной сигнал безопасности общей клеммы | Клемма цифрового ввода |
| | S 2 | Входной сигнал безопасности нормально замкнутая (NC) входная клемма | |
| | S 1 | Входной сигнал безопасности нормально разомкнутая (NO) входная клемма | |
| Клемм коммуникационного канала №2 (Опция) | R + | RS – 485 Коммуникация + Клемма | Коммуникационная клемма канала №2 RS-485 (опция) |
| | R - | RS – 485 Коммуникация - Клемма | |

Рисунок 2.9 – Подключение контрольных клемм

2.3 Разработка схемы электрической принципиальной

Для разработки схемы электрической принципиальной, нам необходимо знать, как реализовывается принцип работы оборудования.

Оборудование питается пяти жильным кабелем, три провода фазы, один провод нейтраль и один провод земля. В движение барабан приводится электромотором на 2,2 кВт на 380В. Электромотор должен управляться частотным преобразователем для регулирования скорости. Для данного двигателя используем частотный преобразователь на 2,2 кВт, который также питается от 380В. От пакетного выключателя до частотного преобразователя для защиты цепи используем автоматический выключатель на 380В на 10А. Блок питания 220В/24В питается от однофазного автоматического выключателя на 220В на 2А, которое питается от автоматического выключателя 380В на 10А. Для питания программируемого реле, панели оператора и индуктивного датчика необходимо постоянное напряжение на 24В, которое мы получим из блока питания 220В на 24В. Для подачи разрешающего сигнала на старт частотного преобразователя, необходимо подключить релейный выход DQ1А и DQ1В с клеммами СМ1 и 1 на частотном преобразователе. Для изменения частоты на частотном преобразователе, необходимо подключить клеммы Н и О с аналоговыми выходами программируемого реле AQ1В и AQ1С. А на аналоговый выход AQ1А подаем 24В для питания цифроаналогового преобразователя.

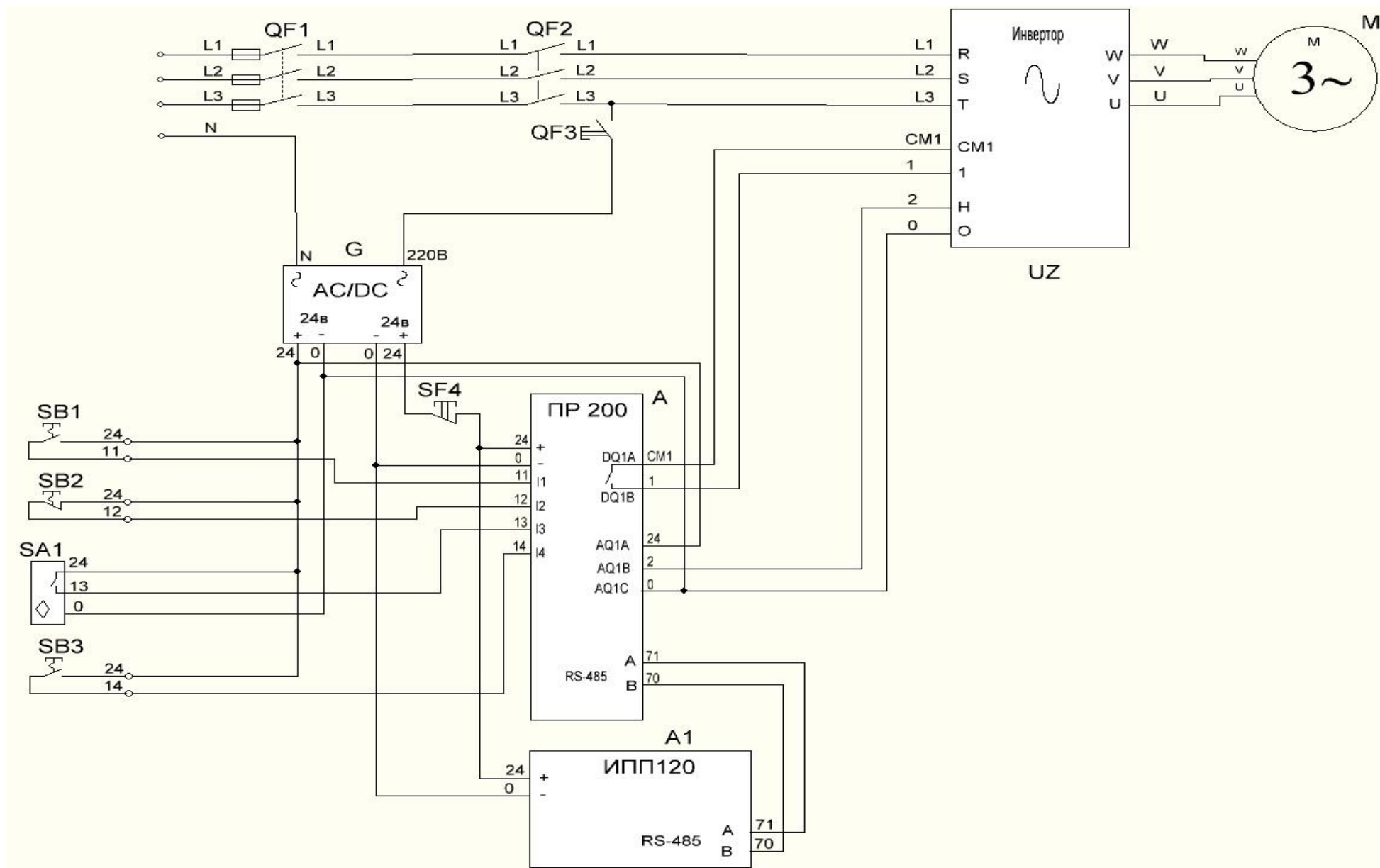


Рисунок 2.10 – Схема электрическая принципиальная

3 ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Разработка алгоритма работы

Для написания алгоритма работы смесителя трехнаправленного действия необходимо понять принцип работы данного оборудования. Главной задачей оборудования является перемешивание и перетасовывание продукта внутри барабана, которое осуществляется вращательными и поступательными движениями во время вращения вала барабана.

Из-за богатого различия продуктом для изготовления таблеток в фармацевтической среде, необходимо сделать оборудование с возможностью регулирования скорости и времени работы. Все эти регулировки необходимы, потому что большинство продуктов должны перемешиваться с различной скоростью и определенное время. Новые версии смесителей трехнаправленного действия оснащены функциями плавного пуска и замедления после окончания работы, это позволяет увеличить время службы оборудования. Причиной такого нововведения является огромная нагрузка на ведущий вал барабана и двигатель, потому что вес барабана с продуктом достигает до 60 килограммов.

Изучив основные принципы работы смесителя трехнаправленного действия, приступаем к разработке алгоритма работы оборудования. Старт оборудования невозможен, если не будут учтены условия, а именно время не должно быть равно 0 и не превышать 10 минут. Также скорость не должно быть равно 0 и не превышать 15. И еще одно условия для запуска является безопасность, а именно стоповая кнопка должна быть исправна. После чего оборудование плавно запускается до указанной скорости за 10 секунд и работает в течение указанного времени. После окончания указанного времени оборудование плавно замедляется до минимальной скорости указанной в программе для возможности вращать барабан. Вращение будет продолжаться, пока не произойдет двух срабатываний индуктивного датчика. Индуктивный датчик необходим для остановки барабана в положении загрузки и выгрузки.

После двух срабатываний индуктивного датчика оборудование прекращает вращение барабана и процедура повторяется повторно после загрузки барабана новой стадией продукта.

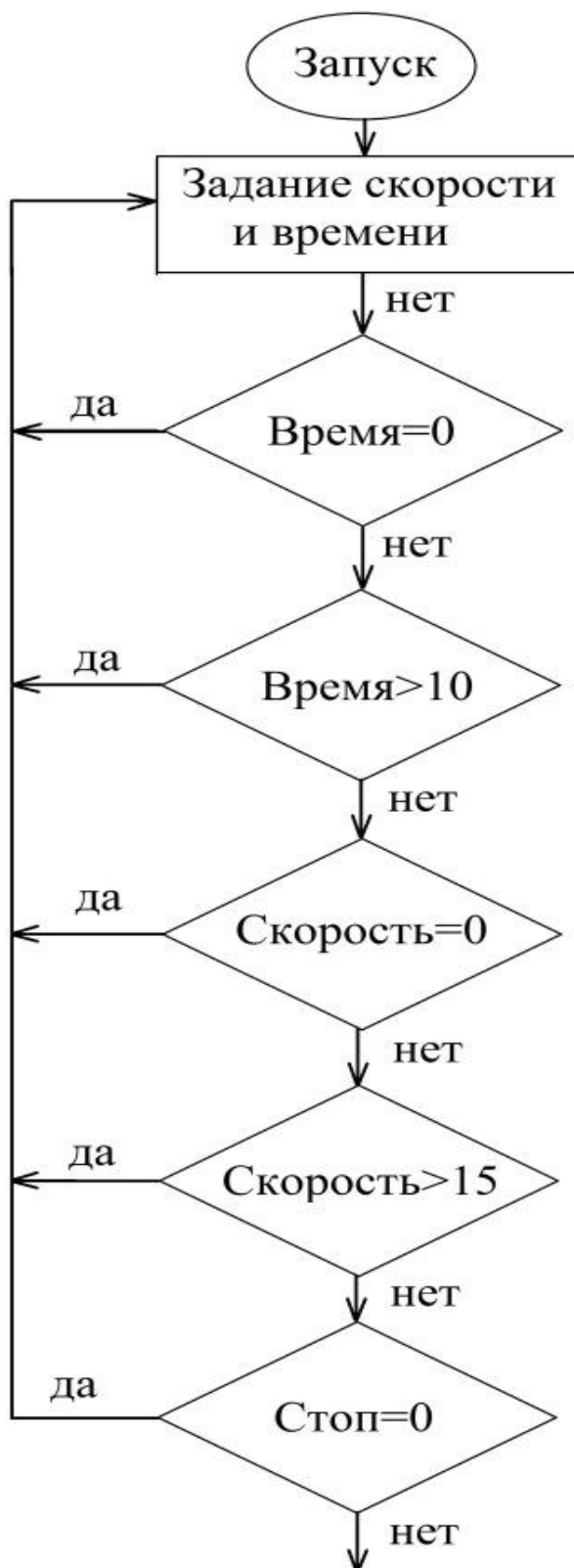


Рисунок 3.1 – Алгоритм работы оборудования (а)



Рисунок 3.2 – Алгоритм работы оборудования (б)

3.2 Разработка программы

После изучения принципа работы и создания алгоритма работы, можно приступать к написанию самой программы. Так как программа пишется для программируемого реле ПР200, то средой для написания программы служит программа OWEN Logic. Так в программе будут реализованы много задач, то необходимо создавать функциональные блоки- макросы. Создание макросов сокращает время на написание программы и место на холсте.

В проекте будут использоваться такие макросы как:

1. Time&Speed – макрос был создан мною, в ней и будет реализован основная задачи программы.
2. Rise_Fail – макрос линейного изменения значения по времени, служит для реализации плавного ускорения, а также плавного замедления двигателя.
3. TIME U/D – макрос отсчета времени, служит для отсчета времени для показания оборотов машины в течение минуты.
4. fSave – макрос сохранения значения с плавающей запятой, позволяет сохранить последнее значение.

При создании макроса Time&Speed необходимо указывать, сколько у нас будет входов и выходов. Нам необходимо шесть входов и 2 выхода. После создания макроса необходимо указать тип входов и выходов. Необходимо четыре дискретных входов, для кнопок старта, стопа и ручное управление, а также индуктивного датчика положения барабана и два целочисленных входов, для указания с панели оператора по связи RS – 485 значений времени и скорости. Так же необходимо указать тип выходов, а именно один дискретный выход для задания старта частотного преобразователя и один выход с плавающей запятой для изменения подающего напряжения необходимого для частотного преобразователя от 0 до 10В.

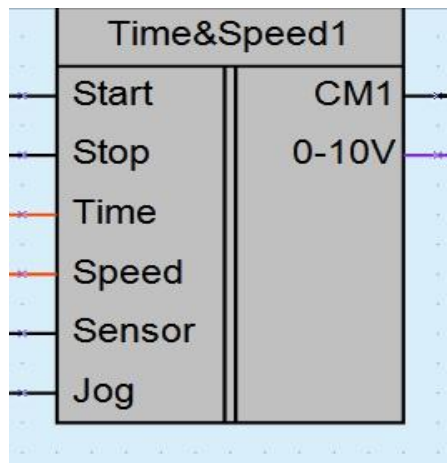


Рисунок 3.3 – Условное обозначение макроса Time&Speed

После этого макрос необходимо переместить на рабочий стол среды программирования и соединить входы и выходы макроса. Вход Start соединяем с входом I1 для запуска оборудования, вход Stop соединяем с входом I2 для остановки оборудования. К входам Time и Speed соединяем сетевые переменные Time и Speed для задания значений работы оборудования, вход Sensor соединяем с входом I3 для отсчета времени для оборотов и остановки оборудования в необходимом положении.

Вход Jog соединяем с входом I4 для ручного запуска оборудования, но работать оборудование будет пока, не пропадет логическая единица. Выход CM1 соединяем с выходом Q1 для запуска частотного преобразователя, выход 0 – 10V соединяем с выходом AO1 для задания скорости вращения барабана частотному преобразователю. Также к выходам CM1 и AO1 подключаем выходные переменные переход 1 и переход 2, необходимые для перехода между экранами при работе оборудования.

Принцип работы переходов между экранами заключается в том, что после запуска программы, на выходе CM1 возникает логическая единица, и экран с заданием параметров работы переключается на экран три показания оборотов при работе. После остановки оборудования на выходе CM1 возникает логический ноль и через инверсию на переход 2 подается логическая единица, которая возвращает нас на экран один задания параметров работы. Все это

предоставлено на рисунке 3.9 Написания программы в макросе Time&Speed отложим на потом, так как необходимо заполнить рабочий стол программируемого реле ПР200.

Для подсчета оборотов барабана я использовал макрос созданный разработчиками OWEN Logic. Все макросы созданные разработчиками находятся в менеджере компонентов. Открыв менеджер компонентов, я нашел необходимый мне макрос, а именно TIME U/D.

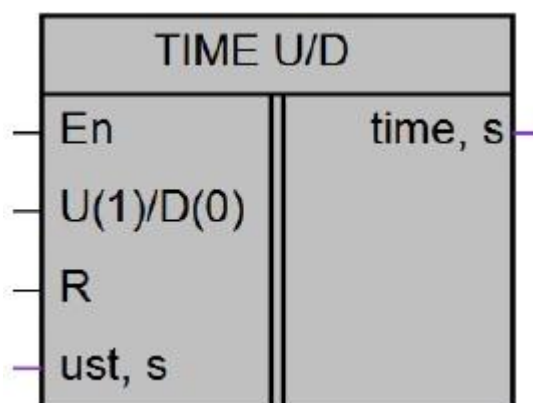


Рисунок 3.4 – Условное обозначение макроса TIME U/D

Таблица 3.1 – Назначение входов и выходов макроса TIME U/D

| Применение | | | |
|------------------------------------|------------|---|------------|
| ПР114-xxx, ПР114-xxx-Ч, ПР 200-xxx | | | |
| Входы | Тип данных | Пояснения | Диапазон |
| En | bool | Управление отсчетом времени: 0 – отсчет времени остановлен 1 - отсчет времени запущен | 0/1 |
| U(1)/D(0) | bool | Режим отсчета времени: 0 – «обратный отсчет» уставки ust 1 – «прямой отсчет» времени | 0/1 |
| R | bool | Сброс выходной переменной time | 0/1 |
| ust, s | float | Уставки отсчета времени для режима «обратный отсчет». с | 0 - 999999 |
| Выходы | Тип данных | Пояснения | Диапазон |
| time, s | float | Измеренное время, с | 0 - 999999 |

Работа макроса основана на подсчете количества заданных интервалов времени, в зависимости от режима работы «прямой счет» или «обратный счет». Дискретность отсчета зависит от времени цикла программы, которое вычисляется самим макросом. Исходя из этого, возможны следующие дискретности отсчета времени:

- t цикла пр. 1-5 мс, дискретность счета 0,01 сек.
- t цикла пр. 5-10 мс, дискретность счета 0,1 сек.
- t цикла пр. >10 мс, дискретность счета 1 сек.

Для режима «прямого счета» $U(1)/D(0)=1$, отсчет времени начинается с момента установки входа «En»=1. После снятия сигнала «En» отсчет времени прекращается, накопленное значение выводится на выход «time», s. Если вновь установить вход «En»=1 отсчет времени продолжится с предыдущего значения, если необходимо сбросить накопленное значение на выходе «time», необходимо при «En»=0 подать импульс на вход сброса «R».

Для режима «обратного счета» $U(1)/D(0)=0$, отсчет происходит в обратном порядке от значения уставки на входе ust до момента, равенства выхода «time»=0; Снятие сигнала «En» останавливает отсчет, после повторного появления сигнала «En»=1 отсчет продолжается. Для сброса подсчитанного значения времени необходимо подать сигнал «R»=1 при «En»=0.

Таким образом, на выходе «time» возможно измерять накопленное время с дискретностью 0.01с , 0.1с, 1с, дискретность выбирается автоматически.

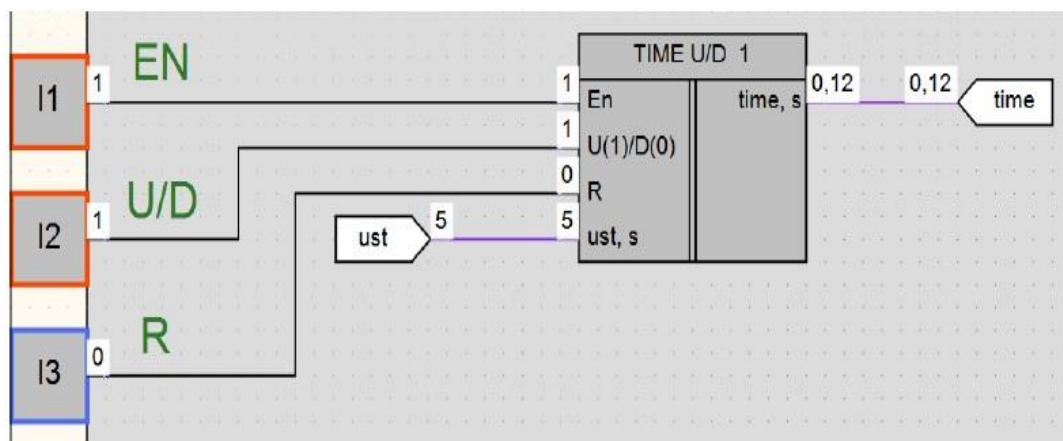


Рисунок 3.5 – Пример «прямого отсчета»

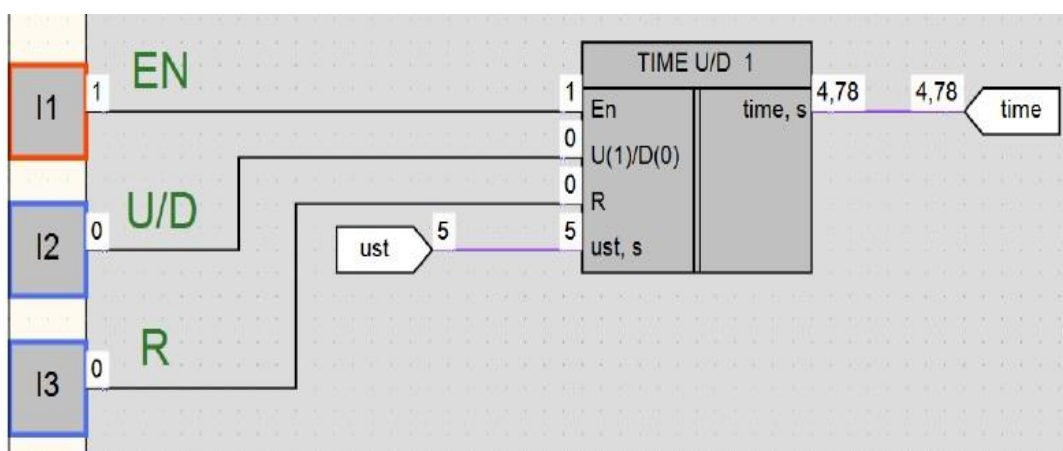


Рисунок 3.6 – Пример «обратного отсчета»

После решения проблемы с отсчетом времени устанавливаем макрос так же на рабочий стол среды программирования. Вход EN соединяем через инверсию с входом I3 для запуска и остановки отсчета времени после замыкания индуктивного датчика положения. На вход U(1)/D(0) подаем входную переменную 1, что отсчет времени всегда был «прямой».

Вход R соединяем с входом I3 для сброса предыдущего значения. Выход time, s соединяем с входом тернарной условной операции сравнения, который после замыкания индуктивного датчика передает отсчитанное время на макрос fSave, для сохранения значения. Все это предоставлено на рисунке 3.9



Рисунок 3.7 – Условное обозначение макроса fSave

Таблица 3.2 – Назначение входов и выходов макроса fSave

| Применение | ПР114-xxx, ПР114-xxx-Ч, ПР 200-xxx | | |
|------------|------------------------------------|----------------------|------------|
| Входы | Тип данных | Пояснения | Диапазон |
| clk | bool | Сохранить | 0/1 |
| var | float | Наблюдаемое значение | 0 - 999999 |
| Выходы | Тип данных | Пояснения | Диапазон |
| Out | float | Сохраненное значение | 0 - 999999 |

Макрос позволяет сохранить промежуточное значение измерения для дальнейшей обработки. Сохранение происходит по переднему фронту сигнала на входе clk.

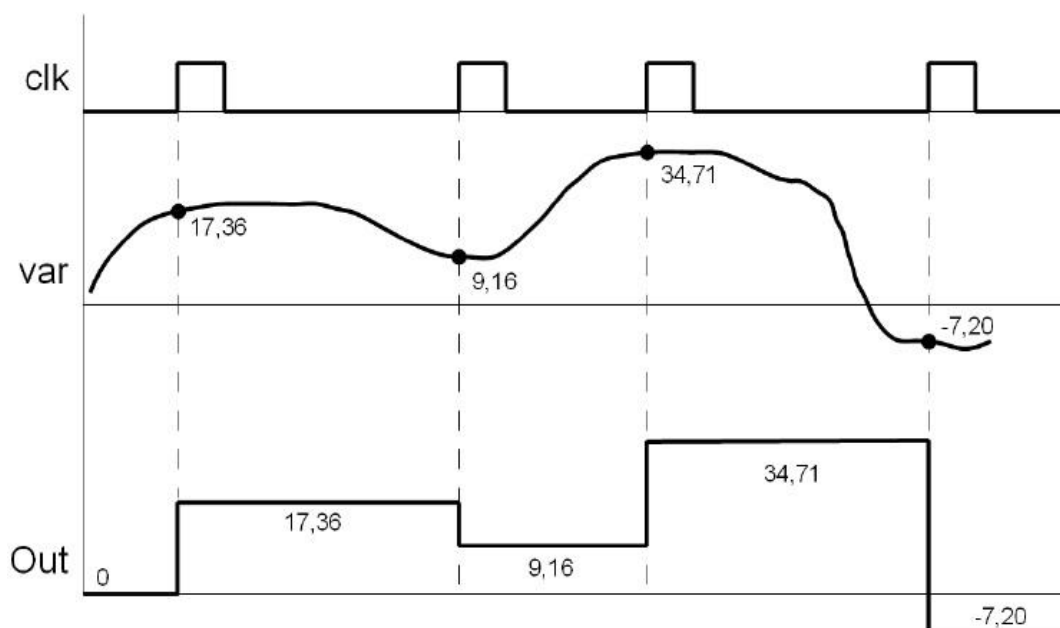


Рисунок 3.8 – График работы макроса fSave

Вход `clk` соединяем с входом `I3` для подачи сигнала сохранения полученного значения. Вход `var` соединяем с выходом тернарной условной операцией сравнения для получения сохраняемого значения. Выход `Out` соединяем с входом арифметической операции деления чисел с плавающей запятой. Так как мне нужно значение оборот в минуту, я делю 60 секунд на полученное время от макроса `TIME U/D` и передаю их на сетевой выход обороты для выведения значения на экране три панели оператора. Все это предоставлено на рисунке 3.9

В целях ускорения поиска неисправностей мешающих запуску оборудования, было принято решение дублировать сигналы с входов `I1 – I4`, и вывести их на экран два панели оператора. Для перехода в экран два необходимо нажать на панели оператора кнопку `ALT` и при возникновении на входах `I1 – I4` логической единицы мы увидим изменения показания ноль на показание один, тем самым понимаем что все, что подключено к входам `I1 – I4` исправны. Все это предоставлено на рисунке 3.10

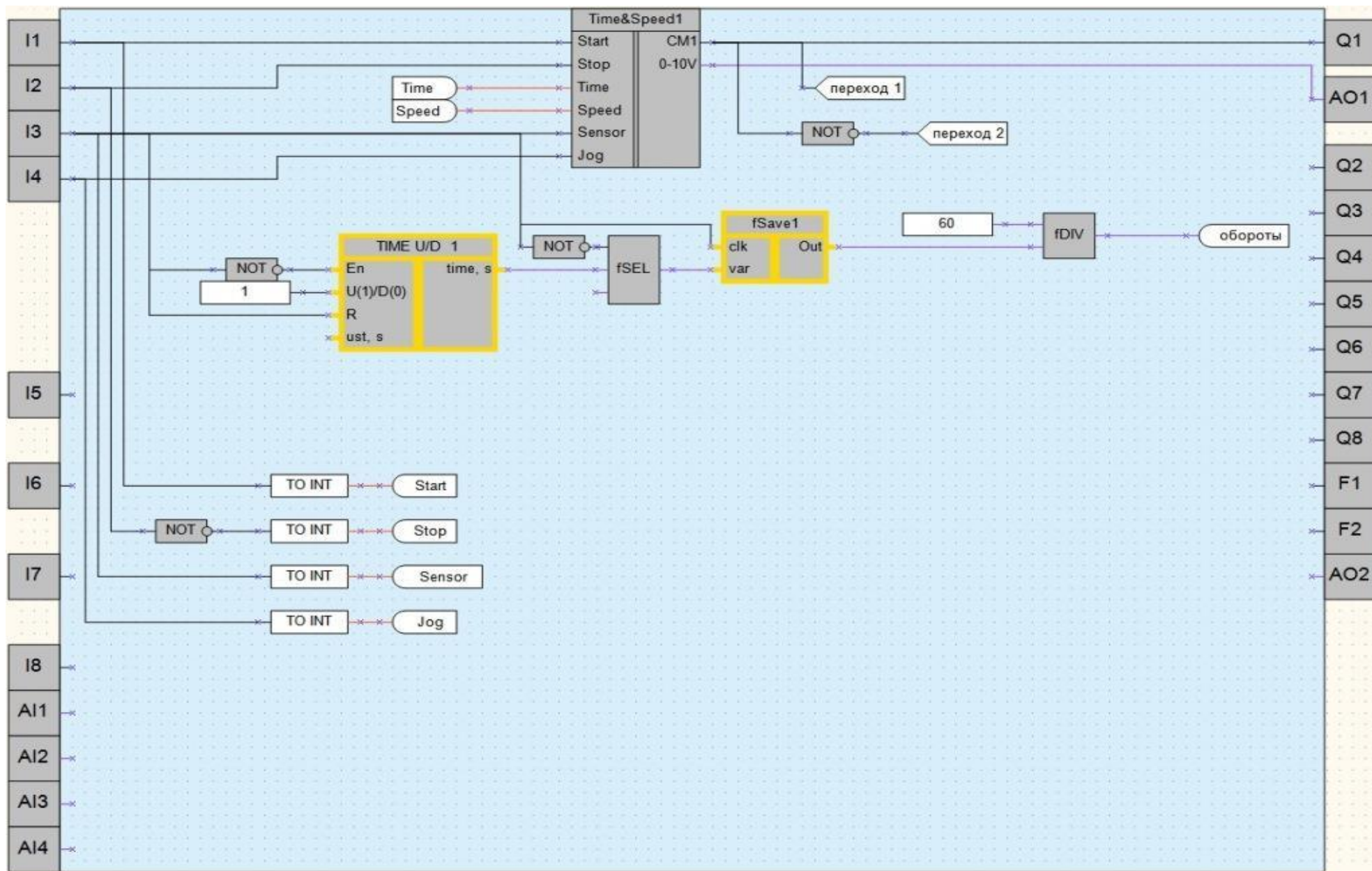


Рисунок 3.9 – Программа работы оборудования

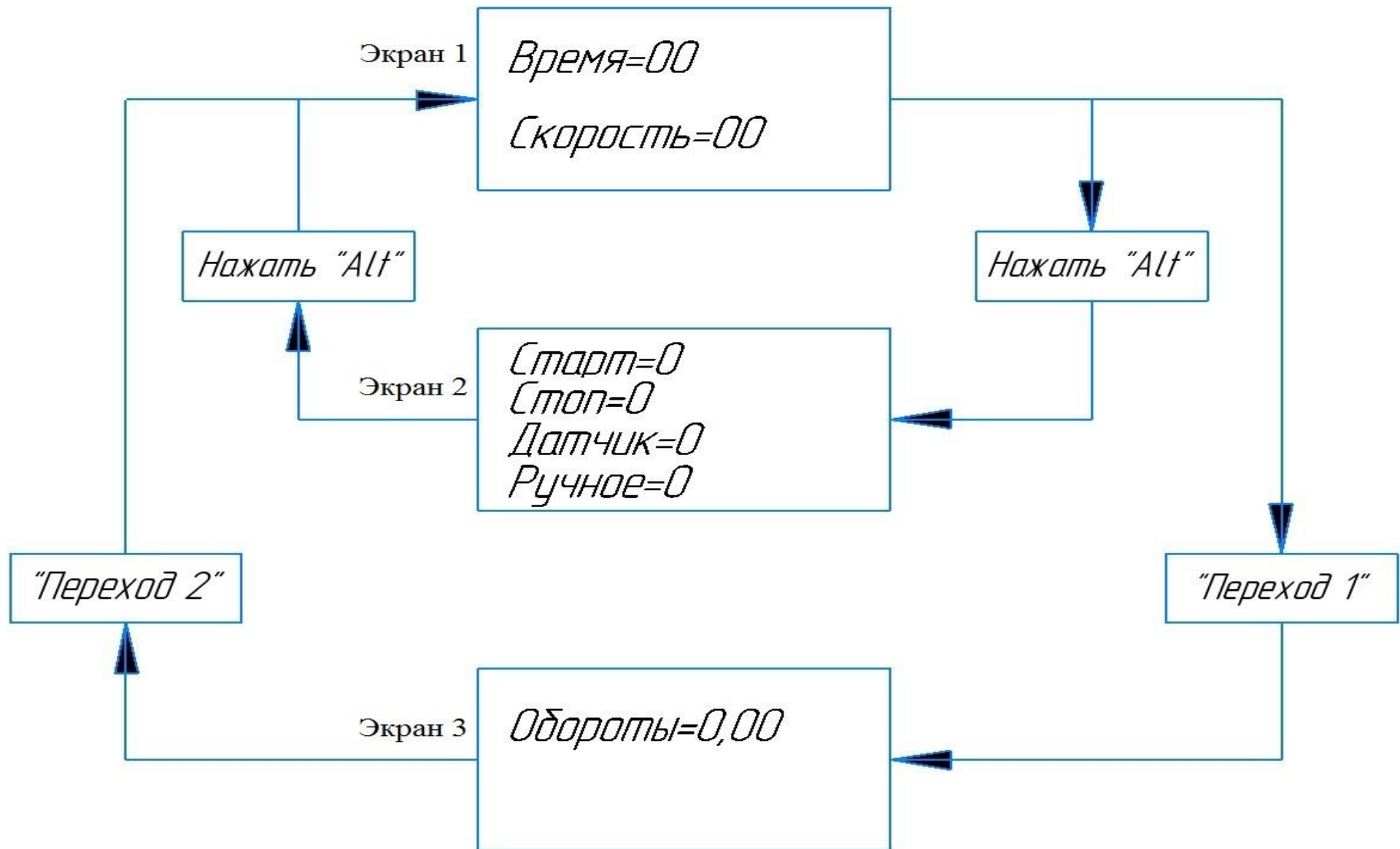


Рисунок 3.10 – Переход между экранами



Рисунок 3.11 – Экран задания параметров работы на ИПП120



Рисунок 3.12 – Экран с отображение оборотов барабана



Рисунок 3.13 – Экран тестирования системы



Рисунок 3.14 – Экран тестирования системы

После решения задачи с показанием оборотов и тестированием оборудования можно приступать к написанию макроса Time&Speed. При написании данного макроса пришлось учитывать все возможные ситуации в работе оборудования, а именно:

1. Не разрешать запускать оборудование, если значение времени будет равно нулю или больше 10.
2. Не разрешать запускать оборудование, если значение скорости будет равно нулю или больше 15.
3. Не разрешать запускать оборудование, если кнопка стоп будет не исправна или же во время работы выйдет из строя экстренно останавливать машину.
4. Позволить при однократном нажатии кнопки Stop, даже если не истекло время работы оборудования, останавливать машину с использованием плавного замедления.
5. Предоставить возможность проверки работы механических узлов с запретом возможности перекрестного запуска оборудования нажатием кнопки ручное управление при автоматической работе оборудования и наоборот.
6. Остановка оборудования при окончании автоматического режима работы при срабатывании индуктивного датчика два раза.
7. Сделать возможность плавного ускорения и остановки частотного преобразователя для снятия нагрузки с двигателя.

Максимальное значение скорости и времени можно ограничить в проекте панели оператора, но возможен выход из строя панели оператора и потребуются замена его на новую панель оператора и во время записывание программы в панель оператора можно забыть указать ограничения.

Первые две задачи я решил с помощью использования блоков сравнения на равенство (EQ) и на большее значение (GT). Если все условия соблюдены, то на блоках сравнения на равенство возникает логический ноль. А на блоках сравнения на большее значение возникает логическая единица, которую с помощью логической инверсии перевожу в логический ноль.

При решении третьей задачи я решил использовать логическую функцию НЕ (NOT) и таймер с задержкой включения (TON2). Логическую функцию НЕ позволяет программно изменить блок контакт нормально закрытый на

нормально открытый блок контакт. Использовать для кнопки Stop нормально закрытый блок контакт вызвано тем, что легче разжать окисливший контакт, чем замкнуть. Таймер с задержкой включения позволяет нам экстренно остановить машину, если были введены оператором неверные параметры скорости и времени. Тем самым если нажать кнопку Stop и держать в течение 1,5 секунды машина сразу же остановиться.

После решения первых трех задач дается разрешения на срабатывания кнопки Start, которой необходимо, что бы на входе R триггера RS2 был логический ноль, а это возможно, если все условия были соблюдены, а именно время и скорость не равны нулю, и не превышают максимальных значений, а так же кнопка Stop исправна. Что бы собрать пять условий в одно для входа R триггера RS2 и не использовать большую цепочку из блоков логического сложения (OR), я создал дополнительный макрос 5 – ИЛИ. Макрос 5 – ИЛИ состоит из 5 входов и одного выхода. Ко всем входам подключены значения времени, скорости и исправность кнопки Stop. И если все условия соблюдены, то на вход R триггера RS2 поступает логический ноль и команда старт разрешается, если же одно условий не соблюдены, то на вход R триггера RS2 поступает логический единица и команда старт запрещается.

Четвертую задачу я решил с использование логической функции исключающей ИЛИ (XOR). При работе машины на один из двух входов этого блока поступает логическая единица от таймера с задержкой включения (TON1) и тем самым блока логической функции исключающей ИЛИ дает разрешение на дальнейшую обработку программы, а именно работу блока импульса включения заданной длительности. Но как только произойдет нажатие кнопки Stop на втором входе блока логической функции исключающей ИЛИ, тоже возникнет логическая единица и блок остановит работу импульса включения заданной длительности. После остановки работы блока импульса включения заданной длительности, оборудование перестанет отсчитывать время работы и начнет плавно замедляться и ожидать двух срабатываний индуктивного датчика положения.

Пятую задачу для проверки работы механических узлов, было решено включением в программу ручное управление на минимальной скорости. И для устранения перекрестного включения автоматического и ручного режима было принято решение блокировать запуск триггера RS2, подав на вход R логическую единицу при нажатии кнопки ручное управление. После нажатия кнопки ручное управление, кроме блокировки триггера RS2, происходит переход двух тернарных условных операций сравнений, для целочисленных переменных и переменных с плавающей запятой в ручной режим.

Шестую задачу по остановке оборудования при двойном срабатывании индуктивного датчика положения решили использовать инкрементальный счетчик с авто – сбросом (CT1). Для этого после завершения таймера работы оборудования и замедления двигателя, бочка продолжает вращаться, пока два раза не сработает индуктивный датчик. Эти срабатывания записываются в инкрементальный счетчик с авто – сбросом. После двух срабатываний инкрементального счетчика с авто – сбросом возникает логическая единица, которая останавливает работу машины, путем сброса команды старт на триггерах RS1 и RS2, а так же останавливает работу макроса Rise_Fall. После этих остановок прекращается работа частотного преобразователя.

Седьмую задачу пришлось реализовать с помощью макроса Rise_Fall созданного разработчиками OWEN Logic. В программе я использовал два макроса Rise_Fall, один для плавного старта, второй для плавной остановки. При старте оборудования включается первый макрос Rise_Fall для плавного старта и блок импульса включения заданной длительности. Работу блока импульса включения заданной длительности задает оператор, указывая время работы оборудования. После окончания времени работы отключается первый макрос Rise_Fall и значения выходного напряжения первого макроса передается во второй макрос Rise_Fall, где и происходит плавная остановка оборудования.

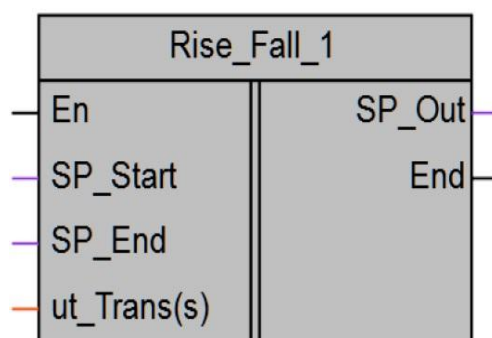


Рисунок 3.15 – Условное обозначение макроса Rise_Fall

Таблица 3.3– Назначение входов и выходов макроса Rise_Fall

| Применение | | ПП114-xxx, ПП114-xxx-Ч, ПР 200-xxx | |
|--------------|------------|---|------------|
| Входы | Тип данных | Пояснения | Диапазон |
| En | bool | Разрешение работы: 0 – запрещена 1 – разрешена | 0/1 |
| SP_Start | float | Начальное значение. | 0 - 999999 |
| SP_End | float | Конечное значение. | 0 - 999999 |
| ut_Trans (s) | int | Промежуток времени, за которое меняется значение, в секундах. | ≥ 1 |
| Выходы | Тип данных | Пояснения | Диапазон |
| SP_Out | float | Текущее выходное значение. | 0 - 999999 |
| End | bool | Флаг окончания изменения значения: 0 – не окончен 1 – окончен | 0/1 |

Макрос предназначен для линейного изменения величины за заданный промежуток времени. Если работы блока запрещена (En=0), выходное значение равно конечному значению (SP_Out = SP_End), флаг окончания сброшен (End=0). При появлении разрешения работы (En=1), выходное значение равно начальному значению (SP_Out = SP_Start). Далее выходное значение линейно меняется до конечного значения(SP_Start). Изменение происходит каждую секунду. По окончанию изменения выставляется флаг окончания (End=1).

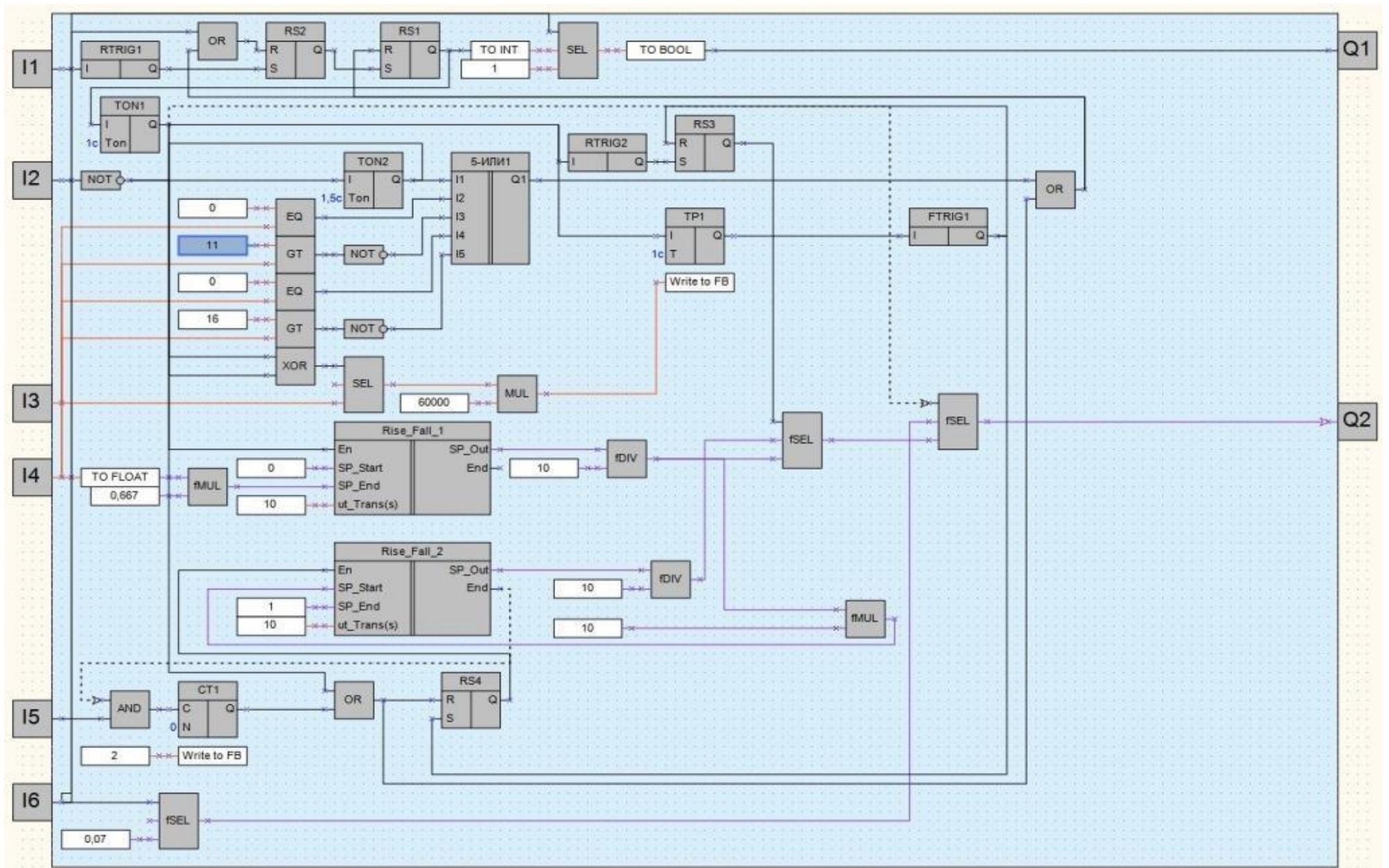


Рисунок 3.16 – Программа работы макроса Time&Speed

4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

4.1 Проверка работоспособности и отладка системы

После создания программы на программируемом реле ПР200 необходимо проверить ее на практике перед установкой на оборудование. Для этого мы собрали установку с использованием необходимых устройств. Двигатель использовали 1,5 кВт, частотный преобразователь HYUNDAI N700E 2,2кВт. Из-за отсутствия на данный момент программируемого реле ПР200, было принято решение использовать аналог в виде программируемого реле ПР114. Программируемое реле ПР114 по функциональным возможностям не отличается от ПР200, но в ПР114 нет встроенной панели для ввода переменных, поэтому при прошивке программы в программируемое реле ПР114 были использованы константы времени и скорости. Время работы было указано в одну минуту, а скорость работы пятнадцать, что соответствует пятидесяти герцам на частотном преобразователе.

После сборки и запуска установки, было замечено, что разгон двигателя происходит не плавно, а с небольшими рывками. Это связано с тем, что макрос Rise_Fall изменяет значения от нуля до необходимого значения уставки с шагом определяющимся временем разгона. И чем меньше время разгона, тем больше шаг и наоборот, поэтому программно я указал время разгона десять секунд. И для синхронизации разгона программируемого реле ПР200 с частотным преобразователем, необходимо было указать в частотном преобразователе время разгона и остановки пять секунд. И после этих подстроек двигатель стал разгоняться и останавливаться плавно без рывков.



Рисунок 4.1 – Проверка и отладка системы (а)



Рисунок 4.2 – Проверка и отладка системы (б)

4.2 Составление временной диаграммы работы оборудования

Для составления временной диаграммы работы оборудования смесителя трехнаправленного действия. Необходимо замерить время разгона, время остановки и выполнение двух оборот для остановки оборудования. После выполнения всех замеров необходимо занести их на временную диаграмму работу оборудования. Замеры снимались при работе оборудования три минуты на скорости десять. Выход на указанную скорость оборудование потратило около семнадцати секунд, затем три минуты отработала, после потребовалось около семнадцати секунд для выхода на минимальную скорость. После выхода на минимальную скорость, потребовалось около двадцати пяти секунд, для совершения двух оборотов и остановки. Временную диаграмму я чертил на программе КОМПАС-3D.

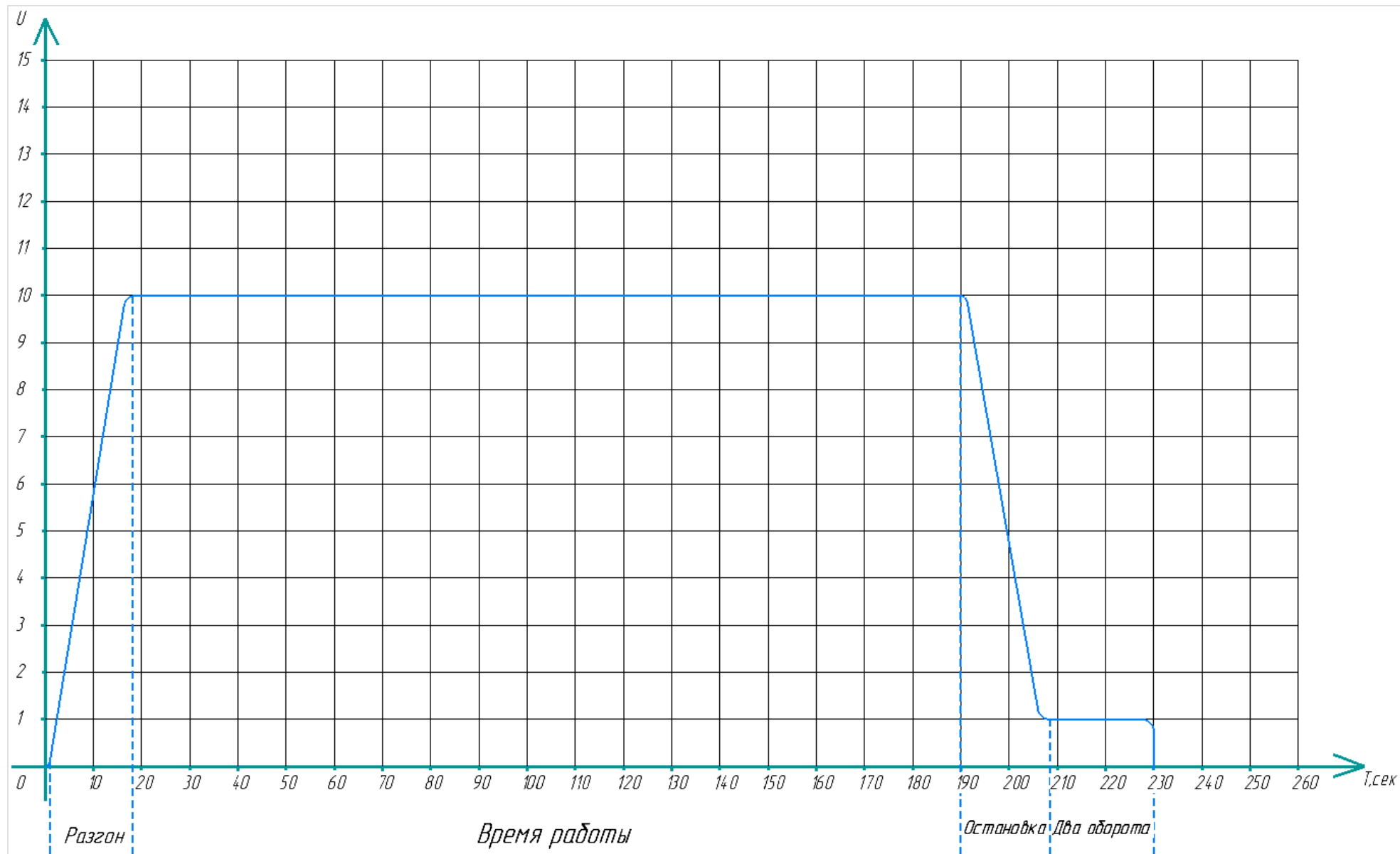


Рисунок 4.3 – Временная диаграмма оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы, была разработана система управления фармацевтическим перемешивающим оборудованием. С помощью панели оператора можно указывать, какие параметры скорости и времени необходимы для перемешивания определенного препарата.

Во время выполнения были рассмотрены и изучены все аспекты работы оборудования, позволяющие разработать структурную схему, для наглядного восприятия из чего состоит оборудование и подбора необходимых устройств. Так же полученные сведения позволили составить электрическую принципиальную схему, для понятия как связать подобранные устройства в одном оборудовании. После решения технической части было принято решение приступить к программной, для ее решения был составлен алгоритм работы оборудования. Данный алгоритм позволил понять с чего начать при составлении программы. В программной части были внедрены все возможные системы безопасности, такие как не позволить перекрестный запуск оборудования, не позволить запуск оборудования, если кнопка Stop не исправна или вышла во время работы из строя, не позволить запустить оборудование при отсутствии все переменных. После решения всех поставленных задач мы наглядно можем увидеть, как работает программы на временной диаграмме.

Список используемой литературы

1. Смеситель трехнаправленного действия [Электронный ресурс] URL: <http://pharmacy-machinery.ru/10-1-movable-mixing-machine.html> (Дата обращения: 14.04.2019)
2. Классификация смесителей и требования к ним [Электронный ресурс] URL: <https://helpiks.org/8-24032.html> (Дата обращения: 14.04.2019)
3. Классификация и оценка смесителей [Электронный ресурс] URL: <https://studfiles.net/preview/3364151/page:13/> (Дата обращения: 15.04.2019)
4. Смесители промышленные [Электронный ресурс] URL: http://intech-gmbh.ru/oil_tank_mixers/ (Дата обращения: 16.04.2019)
5. Частотный преобразователь Hyundai N700E [Электронный ресурс] URL: https://www.softstarter.ru/files/n700e_5.5+.pdf (Дата обращения: 18.04.2019)
6. Пишем софт в среде OWEN Logic [Электронный ресурс] URL: <http://kip-world.ru/programmruemoe-rele-oven-pishev-soft-v-srede-owen-logic.html> (Дата обращения: 18.04.2019)
7. Программируемое реле ПР200 [Электронный ресурс] URL: <https://www.owen.ru/product/pr200> (Дата обращения: 18.04.2019)
8. ОВЕН ПР200. Устройство многофункциональное [Электронный ресурс] URL: https://owen.ua/uploads/85/re_oven_pr200_ukr_640.pdf (Дата обращения: 19.04.2019)
9. Панель оператора ИПП120 [Электронный ресурс] URL: <https://www.owen.ru/product/ipp120> (Дата обращения: 20.04.2019)
10. ОВЕН ИПП120: особенности и применение [Электронный ресурс] URL: <https://ukvid.net/video/овен-ипп120-особенности-и-применение-fg2V4lqt5VU.html> (Дата обращения: 20.04.2019)

11. Работа с менеджером экранов в OWEN Logic [Электронный ресурс]
URL: <https://www.youtube.com/watch?v=S9EuzLzEDBA> (Дата обращения: 21.04.2019)
12. Блок питания БП60Б-Д4-24 [Электронный ресурс] URL:
https://www.owen.ru/product/bloki_pitaniya_dlya_promishlennoj_avtomatiki (Дата обращения: 22.04.2019)
13. Частотные преобразователи Sinamics G120P [Электронный ресурс]
URL: https://lunda.ru/catalog/category/c9665/product/preobrazovatel-sinamics-g120p-siemens_9668.html?yclid=2707442695479517786 (Дата обращения: 22.04.2019)
14. Контроллер SIMATIC S7-1200 [Электронный ресурс] URL:
<https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/avtomatizacia/sistemy-avtomatizacii/promyshlennye-sistemy-simatic/kontroller-simatic/s7-1200.html> (Дата обращения: 26.04.2019)
15. Панель оператора SIMATIC HMI [Электронный ресурс] URL:
<https://simatic-s7-1200.ru/p181158866-panel-operatora-simatic.html>
(Дата обращения: 27.04.2019)
16. Блок питания модели SITOP [Электронный ресурс] URL:
https://www.siemens-pro.ru/docs/sitop/SITOP_r.pdf (Дата обращения: 28.04.2019)
17. Программное обеспечение OWEM Logic [Электронный ресурс] URL:
https://www.owen.ru/product/programmnoe_obespechenie_owen_logic
(Дата обращения: 10.05.2019)
18. Теория в помощь радиолюбитель [Электронный ресурс] URL:
http://vprl.ru/publ/tehnologii/nachinajushhim/splan_7_0_podrobnoe_rukovodstvo/9-1-0-35 (Дата обращения: 11.05.2019)
19. Уроки по программе КОМПАС [Электронный ресурс] URL:
http://tehkd.ru/leson_kompas/1_soz_doc.html (Дата обращения: 11.05.2019)

20. OWEN Logic – Все для чайников [Электронный ресурс] URL:
<https://forkettle.ru/component/tags/tag/163> (Дата обращения:
12.05.2019)
21. Среда программирования OWEN Logic [Электронный ресурс] URL:
<https://docplayer.ru/25793029-Sreda-programirovaniya-owen-logic-rukovodstvo-polzovatelya.html> (Дата обращения: 12.05.2019)