

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
КАФЕДРА САУ

ОТЧЕТ
по Лабораторной работе
по дисциплине «Программируемые логические контроллеры»
тема: Написание программы для системы управления асинхронным
двигателем на языке LD

Студенты гр. 6492

Мурашко А.С.
Огурецкий Д.В.

Преподаватель

Вейнмейстер А.В.

Санкт-Петербург
2019

Оглавление

Техническое задание.....	2
Принципиальная схема и спецификация.....	3
Создание проекта автоматизации в ПО Step 7 MicroWin	5
Логические операции.....	6
Контакты.....	6
Обмотка	7
Обмотки могут быть с «самофиксацией» типов SET и RESET.....	7
Счетчики и таймеры	8
TON - таймер с задержкой включения	8
TOF - таймер с задержкой отключения	8
STUD Функциональный блок 'инкрементный / декрементный счетчик'	9
Математические операции	10
MOV	10
MOL_I.....	10
Настройка ПЧ	11
Заключение	13
Приложение А Код	14

Техническое задание

Используя ПЛК, ПЧ, блока контактов реализовать систему управление асинхронным двигателем. Система должна состоять из следующих функциональных элементов:

1. Асинхронный двигатель с энкодером (далее — двигатель).
2. Преобразователь частоты (далее — ПЧ).
3. Программируемый логический контроллер — ПЛК.
4. Блок контактов со следующими элементами:
 - 4.1. Кнопка S1 (далее — кнопка ПУСК/СТОП).
 - 4.2. Кнопка S2 — кнопка изменения направления вращения.
 - 4.3. Кнопка аварийной остановки с разблокировкой вытягиванием (далее — аварийная кнопка).
 - 4.4. Индикатор K1 (далее — предупредительный индикатор).
 - 4.5. Кнопка Kd — увеличивает частоту вращения двигателя.
 - 4.6. Кнопка K3 — уменьшает частоту вращения двигателя.

Система работает согласно следующему алгоритму:

Двигатель запускается в работу с помощью удержания кнопки ПУСК/СТОП в течение 3 секунд, при этом начинает мигать предупредительный индикатор с частотой 4 Гц.

Изменение направления вращения происходит однократным нажатием кнопки S2.

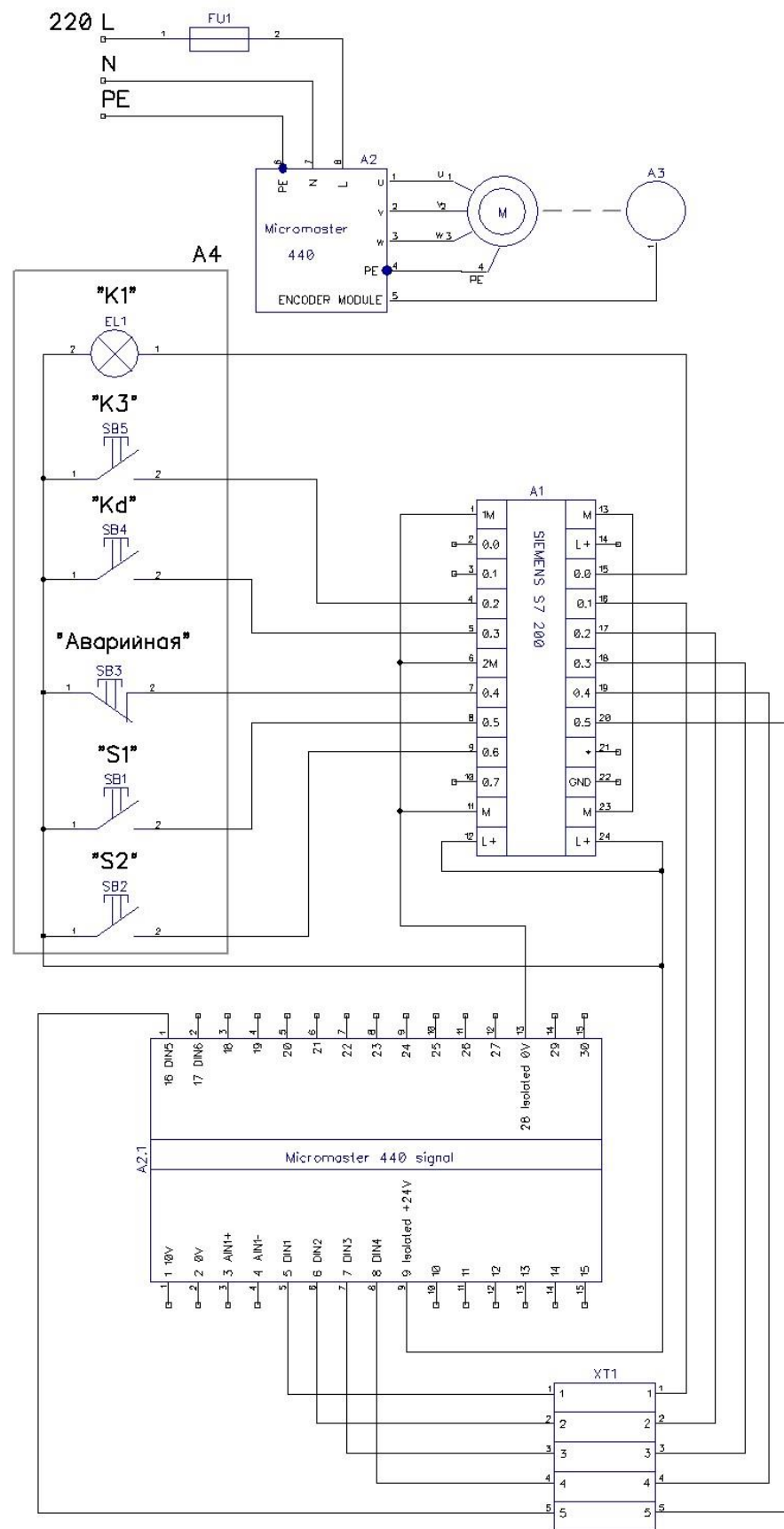
Увеличение скорости на 28 Гц происходит однократным нажатием кнопки Kd, максимально возможное значение скорости равно 100 Гц.

Уменьшение скорости на 28 Гц происходит однократным нажатием кнопки K3, минимально возможное значение скорости равно 0.

Остановка двигателя происходит удержанием кнопки ПУСК/СТОП в течение 1 секунды, при этом выключается предупредительный индикатор.

Аварийная остановка двигателя происходит нажатием аварийной кнопки, при этом предупредительный индикатор перестает мигать, оставаясь во включенном состоянии. В аварийном режиме запрещается включать двигатель. Чтобы снова запустить двигатель необходимо отжать аварийную кнопку и провести снова запустить двигатель, при этом он должен вращаться с последней установленной частотой вращения.

Принципиальная схема и спецификация



Для реализации проекта был использован ПЛК Siemens simatic S7-200 и ПЧ Micromaster 440.

В Таблице 1 определено соответствие выходов ПЛК и входов ПЧ и приведено их назначение. С помощью этих выходов происходит управление ПЧ.

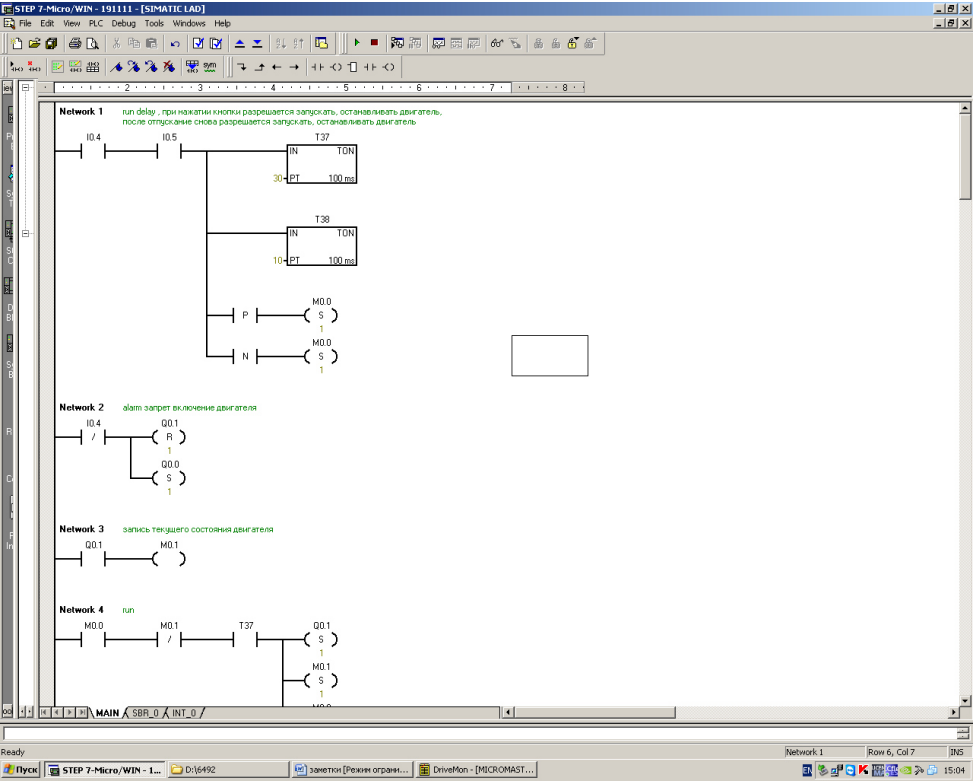
Таблица 1

Вход ПЧ	функция	ПЛК , О#
—	Управление индикатором	0.0
5	Запуск/остановка двигателя	0.1
6	Изменение направления вращения	0.2
7	Повышает частоту	0.3
8	Понижает частоту	0.4
16	Не используется	0.5

Создание проекта автоматизации в ПО Step 7 MicroWin

Открываем программу Step 7 и выбираем в меню язык LD (лестничных диграмм).

Так выглядит редактор кода.



Для определения необходимых участков памяти для программирования составлена таблица 2.

Таблица 2

Адресс	Назначение	Номер бита	Назначение
M0	Вспомогательные флаги	0	Разрешить остановку, запуск двигателя, глобальный запуск двигателя, режим тревоги
		1	Включен ли двигатель
		2	Не используется
		3	Не используется
		4	Не используется
		5	Не используется
		6	Не используется
		7	Не используется
M1	MW1 Сумма, накопленная нажатиями кнопок Kd и K3	—	
M2	Значение для таймера T39		
M3	MW3 Значение для таймера T40 обратное MW1		
M4			

Логические операции

В данной работе логические операции реализуются с помощью элементов :

Контакты. Контактom является LD-элемент, который передает состояние горизонтальной связи левой стороны горизонтальной связи на правой стороне. Это состояние – результат булевой AND-операции состояния горизонтальной связи с левой стороны с состоянием ассоциированной переменной или прямого адреса. Контакт не изменяет значение связанной переменной или прямого адреса.

Для нормально разомкнутых контактов (рисунок 8.2) состояние левой связи передается в правую связь, если состояние связанного логического фактического параметра ON (1). Иначе, состояние правой связи OFF (0).

Для примера рассмотрим 6 строку кода (6 линию).

В данном примере состояние левой связи передается в правую связь, если I0.4=1.

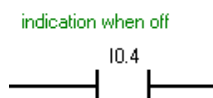


Рисунок 1 – Нормально разомкнутый контакт

Для нормально замкнутых контактов (рисунок 8.3) состояние левой связи передается в правую связь, если состояние связанного логического фактического параметра OFF. Иначе, состояние правой связи ON.

Для примера рассмотрим 6 строку кода (6 линию).

В данном примере состояние левой связи передается в правую связь, если M0.1=0 .

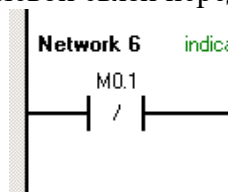


Рисунок 2 – Нормально замкнутый контакт

При последовательном соединении нескольких контактов логика равноценна операции «AND».

Для примера рассмотрим 6 строку кода (6 линию). В данном примере состояние левой связи передается в правую связь, если I0.4=1 и M0.1=0.

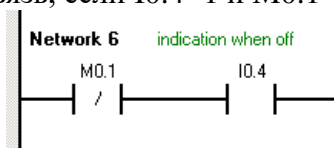


Рисунок 3 – AND

Логическая операция «OR» реализуется с помощью параллельного соединения контактов.

Для примера рассмотрим 7 строку кода (7 линию). В данном примере состояние левой связи передается в правую связь, если (M0.1 равен 1, а на T42 формируется срез или T42 равен 1, а на M0.1 формируется срез) или (на M0.1 формируется фронт).

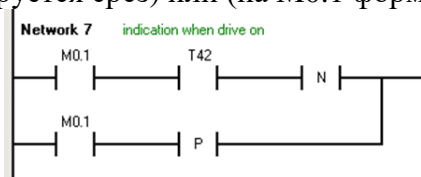


Рисунок 4 – OR

В контактах для определения положительных переходов правая связь устанавливается в состояние ON, генерируя тем самым короткий импульс, если переход связанного фактического параметра происходит из OFF в ON. Иначе, состояние правой связи OFF.



Рисунок 5 – P

В контактах для определения отрицательных переходов правая связь устанавливается в состояние ON, если переход связанного фактического параметра происходит из ON в OFF, и состояние левой связи ON в то же время. Иначе, состояние правой связи OFF.

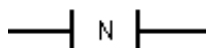


Рисунок 6 – N

Обмотка передает значение соединения слева направо и копирует его в соответствующую логическую переменную.

В данном примере M0.0 устанавливается в 1, если 1. если переход связанного фактического параметра происходит из OFF в ON или наоборот.

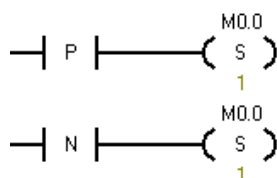


Рисунок 7 – обмотка

Обмотки могут быть с «самофиксацией» типов SET и RESET. Обмотки типа SET обозначаются буквой «S» внутри круглых скобок (S). Если соответствующая этой обмотке переменная принимает значение ИСТИНА, то она навсегда (до сброса R) сохраняет его. Обмотки типа RESET обозначаются буквой R. Если соответствующая переменная принимает значение ЛОЖЬ, то она навсегда (до установки S) сохраняет его.

В данном примере Q0.0 устанавливается в 1, а Q0.1 сбрасывается, если I0.4=0.

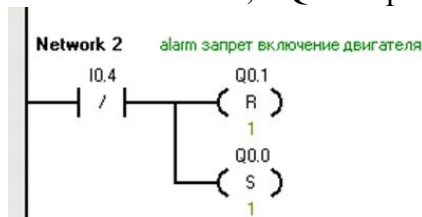


Рисунок 8 – SET и RESET

Счетчики и таймеры

TON - таймер с задержкой включения

Если IN становится “1”, запускается отсчет внутреннего времени (ЕТ). Если внутреннее время достигает значения РТ, Q становится “1”. Если IN становится “0”, Q становится “0”, либо флаг таймера устанавливается в “1”, а подсчет внутреннего времени останавливается/сбрасывается. Если IN становится “0” до того, как внутреннее время достигло значения РТ, подсчет внутреннего времени останавливается/сбрасывается, а выход Q не устанавливается в “0”, либо флаг таймера не устанавливается в “0”.

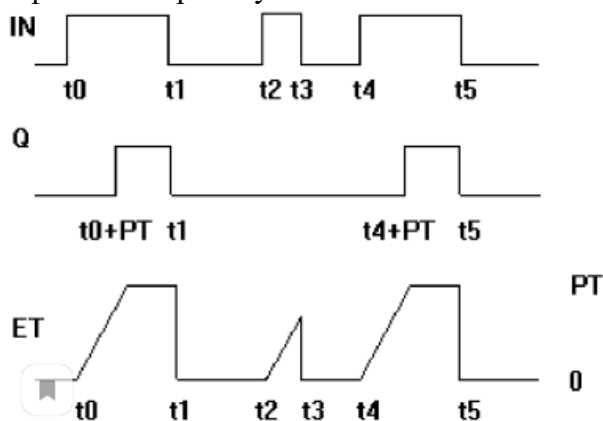


Рисунок 9 — поясняющие графики

Пример: при Q0.3 установленном в «1», таймер формирует задержку равную MW1*100 мсек, по истечению этого времени бит T39 устанавливается в 1 и при очередном проходе кода программы выход Q0.3 сбрасывается и счетчик C0 обнуляется.

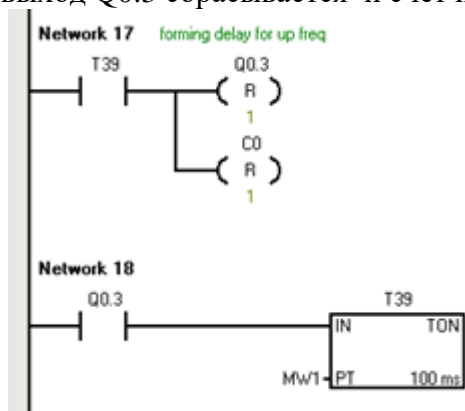


Рисунок 10 — таймер TON

TOF - таймер с задержкой отключения

Данный функциональный блок представляет собой таймер с задержкой отключения. Он запускается (флаг таймера устанавливается в “1”), когда состояние сигнала на входе меняется от 1 к 0 и устанавливает на выходе 0, либо флаг таймера устанавливается в “0”, по истечении заданного времени.

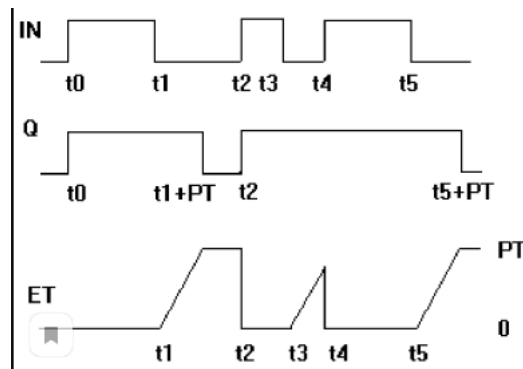


Рисунок 11 — поясняющие графики

Пример: M0.1 замкнут, пока включен двигатель, T41 замкнут в течении 200 мс, по истечению этого времени T41 сбрасывается и начинает работать таймер T42, соответствующий флаг T42 устанавливается в «1», так «1» поддерживается в течение 200 мс, потом T42 сбрасывается и начинает работать таймер T41. Далее логика работы повторяется.

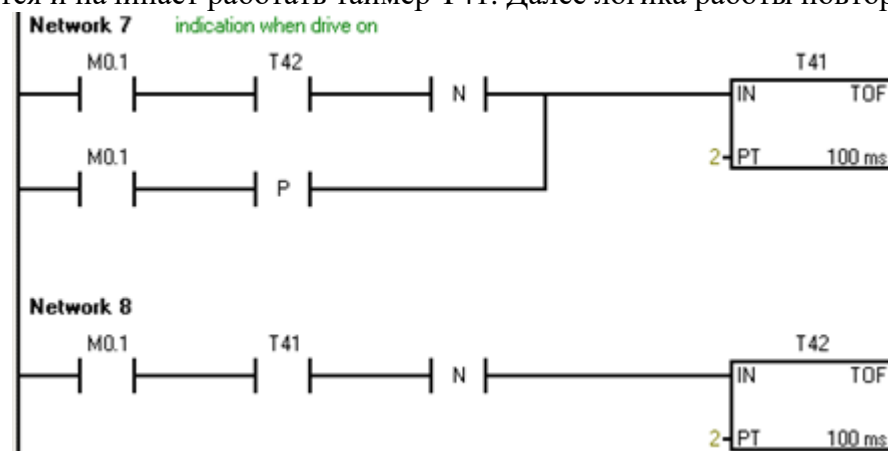


Рисунок 12 — таймер TOF

CTUD Функциональный блок ‘инкрементный / декрементный счетчик’

Входы CU, CD, RESET и типа BOOL, PV типа WORD.

По входу RESET счетчик CV сбрасывается в 0, значение PV — уставка.

По фронту на входе CU счетчик увеличивается на 1. По фронту на входе CD счетчик уменьшается на 1 (до 0).

Пример: при отжати кнопки K3 — уменьшается значения счетчика C0 на 1, при отжати кнопки Kd — увеличивается значения счетчика C0 на 1. Бит SM0.0 вспомогательный в PLC и он всегда равен 1, данная цепь подведена к входу R, т.к. каждый вход должен быть соединяться с левой горизонтальной связью.

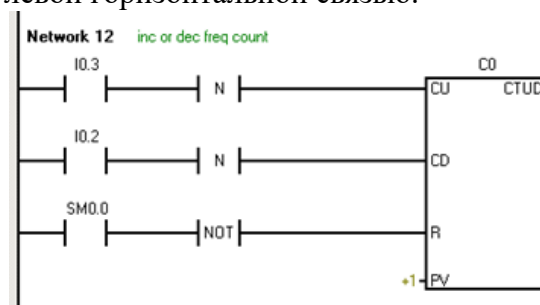


Рисунок 13 — счетчик CTUD

Математические операции

MOV

Пересылка значения из одних регистров в другой регистры
Данный алгоритм записывает в слово MW3 0, если MW1 = 0.

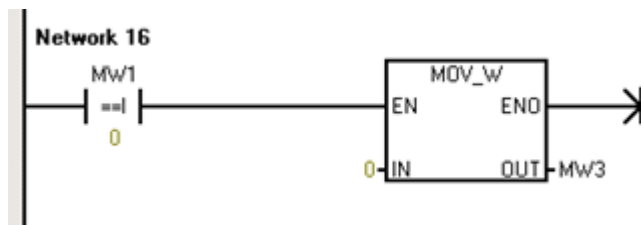


Рисунок 14 — MOV

MUL_I

Пример: блок производит операцию $MW1 = C0 * 20$ при каждом выполнении данной цепи, т.к. бит SM0.0 всегда установлен в 1.

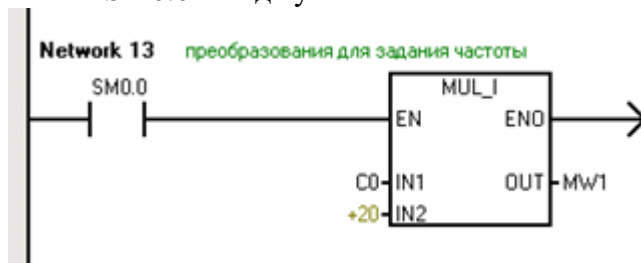


Рисунок 15 — MOV

Если $MW1 < 0$, то выполняется умножение MW1 на -1 и запись его в MW3 и на выходе, отвечающим за понижение частоты устанавливается уровень логической «1». Умножение MW1 на -1 происходит для того, чтобы в таймер T40 на вход PT поступало положительное значение.

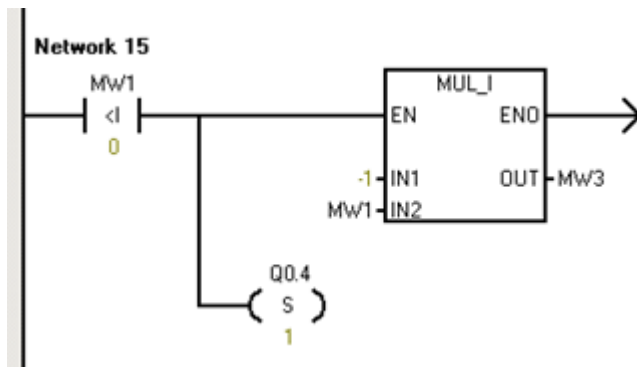


Рисунок 16 — MOL_I

Настройка ПЧ

Управлять скоростью вращения двигателя необходимо с помощью МОР (мотор потенциометр). Для задания частоты вращения необходимо изменять заданное значение

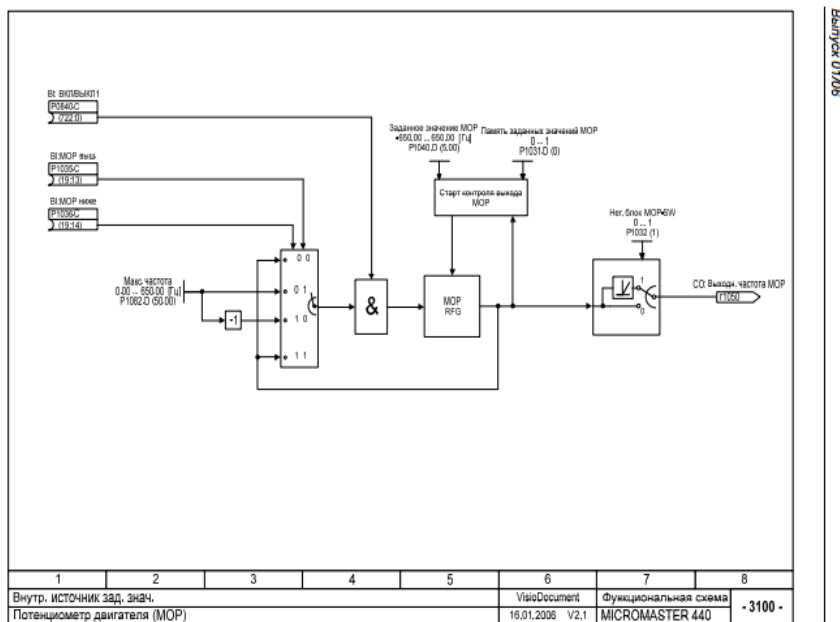


Рисунок 1 — модуль МОР (мотор потенциометр) в документации

МОР (регистр P1040).

DriveMon — программа для настройки параметров ПЧ, в ней задаются значения регистров. Нужно настраивать при выключенном двигателе.

Настройка цифровых выводов ПЧ необходима для присвоения выводам необходимого функционального назначения.

P0701	Function of digital input 1	+	000	1st. Command data set (CDS)	1 ON/OFF1
P0702	Function of digital input 2	+	000	1st. Command data set (CDS)	12 Reverse
P0703	Function of digital input 3	+	000	1st. Command data set (CDS)	13 MOP up (increase freq.)
P0704	Function of digital input 4			Press F1 to display the parameter description (S)	14 MOP down (decrease freq.)

Установлена максимальная частота вращения двигателя 100 Гц и минимальная 0 на выходе.

P1080	Min. frequency	+	000	1st. Drive data set (DDS)	0.00	Hz
P1082	Max. frequency	+	000	1st. Drive data set (DDS)	100.00	Hz

Запрещаем установку отрицательной скорости. Потому, что направление вращения должно изменяться по нажатию кнопки. Также задаем регистр, который будет задавать начальное значение для скорости.

P1031	Setpoint memory of the MOP	+	000	1st. Drive data set (DDS)	1 MOP setp. stored in P1040
P1032	Inhibit negative MOP setpoints				1 Neg. MOP setp. inhibited

Установлена начальная скорость равной 0 путем записи 0 в регистр P1040.

P1040	Setpoint of the MOP	+	000	1st. Drive data set (DDS)	0.00	Hz
-------	---------------------	---	-----	---------------------------	------	----

Устанавливаем время нарастания и спада 3 сек

P1120	Ramp-up time	-	000	1st. Drive data set (DDS)	3.00	s
			001	2nd. Drive data set (DDS)	1.00	
			002	3rd. Drive data set (DDS)	10.00	
P1121	Ramp-down time	-	000	1st. Drive data set (DDS)	3.00	s
			001	2nd. Drive data set (DDS)	1.00	
			002	3rd. Drive data set (DDS)	10.00	

Для правильного регулирования скорости необходимо отключить сглаживание.
P1132=p1133=p1134 = 0

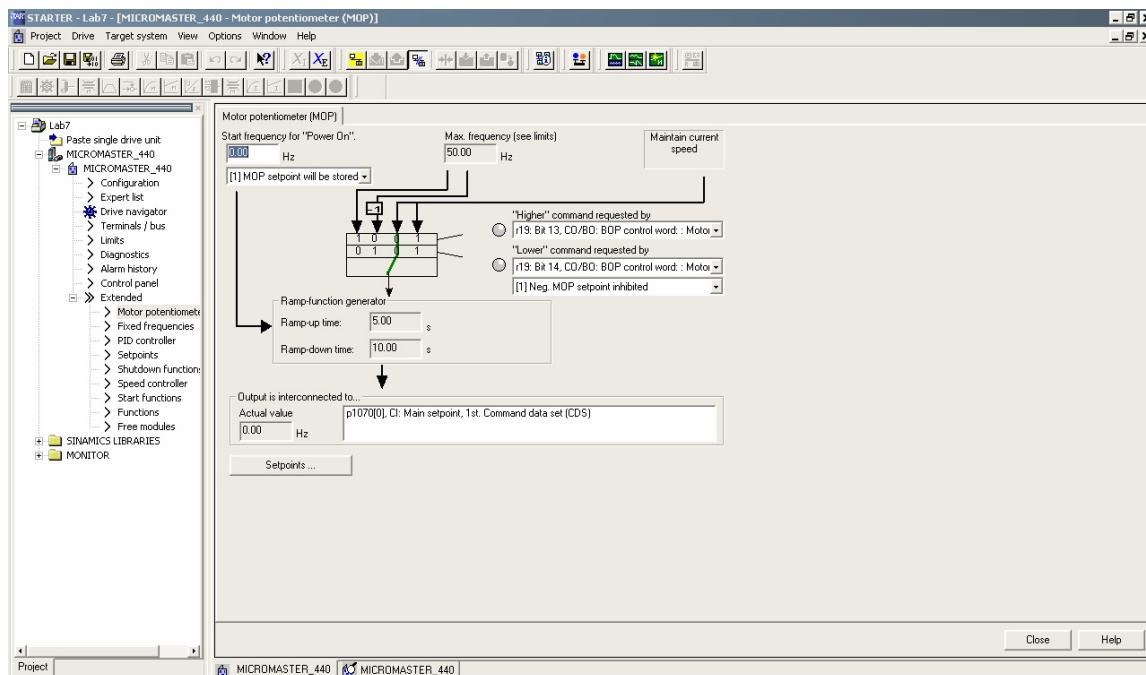
P1130	Ramp-up initial rounding time	+	000	1st. Drive data set (DDS)	0.00	s
P1131	Ramp-up final rounding time	+	000	1st. Drive data set (DDS)	0.00	s
P1132	Ramp-down initial rounding time	+	000	1st. Drive data set (DDS)	0.00	s
P1133	Ramp-down final rounding time	+	000	1st. Drive data set (DDS)	0.00	s
P1134	Rounding type	+	000	1st. Drive data set (DDS)	0 Continuous smoothing	

При одном нажатии красной или черной кнопки на выходе 0.3 или 0.4 ПЛК генерируется импульс длительностью 2 сек и он подается на вход 7 или 8 ПЧ. Данный импульс увеличивает либо уменьшает скорость приблизительно на 28 Гц с помощью МОР.

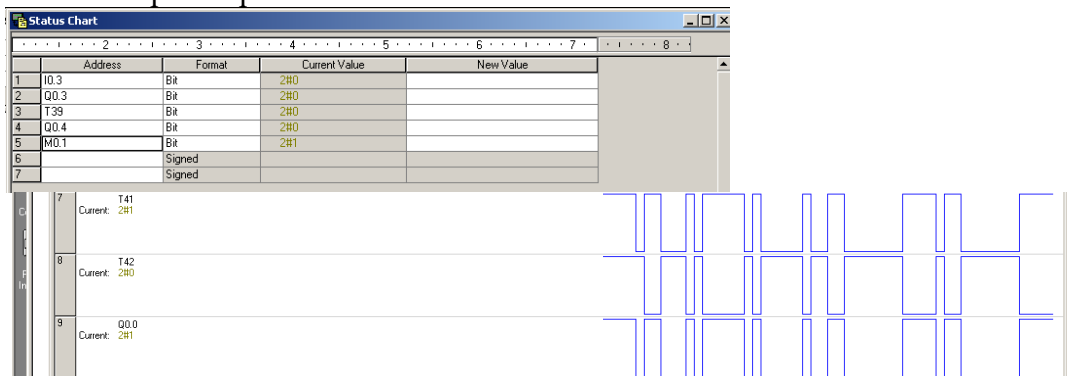
Текущая скорость отображается в регистре r0020.

P No.	Name	Ind	Index text	Parameter value	Dim
r0020	CO: Freq. setpoint before RFG			57.80	Hz
r0021	CO: Act. filtered frequency 1			57.80	Hz

Существует программа STARTER наподобие drivemonitor, в которой можно также настраивать ПЧ. Здесь настройка происходит с использованием графического интерфейса.



Также имеется возможность строить осциллограммы значений как регистров, так и отдельных битов регистров.



Заключение

Написано техническое задание, в соответствии с которым создана система управления асинхронным двигателем на основе ПЧ и ПЛК.

Составлена принципиальная схема системы для сопоставления выводов ПЧ, ПЛК и АД. Составлен перечень элементов для ознакомления с основными составляющими системы.

Для программирования ПЛК Siemens simatic S7-200 использовано ПО Step 7 MicroWin и язык лестничных диаграмм LD, относящегося к стандарту МЭК 61131-3.

Для регулирования скорости вращения двигателя используется ПЧ Micromaster 440.

В программе для ПЛК использованы стандартные блоки языка LD: Математические операции, счетчики, таймеры, логические операции. На основе базовых принципов релейной логики построен алгоритм программы.

Произведена настройка ПЧ в программе DriveMonitor и STARTER. Они позволяют быстро и удобно настраивать логику работы ПЧ в соответствии с необходимыми требованиями. Отличие DriveMonitor от STARTER в том, что в DriveMonitor производится настройка регистров, а в STARTER создан графический интерфейс, который позволяет абстрагироваться от конкретных регистров и более наглядно представить работу ПЧ, не обращаясь к документации на ПЧ.

Произведен визуальный контроль работы системы в соответствии с техническим заданием и произведена отладка программы. Для анализа работы отдельных функциональных блоков использованы встроенные средства отладки Step 7 MicroWin.

В ходе разработки была создана и проверена система управления скоростью АД в соответствии с техническим заданием.

Приложение А Код

