

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ!»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности
1-37 01 02 «Автомобилестроение (по направлениям)»
очной формы обучения*



Могилев 2020

УДК 629.113
ББК 38.623
А22

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой ТТМ «2» апреля 2020 г., протокол № 9

Составитель канд. техн. наук, доц. Г. Л. Антипенко

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Болотов

Методические рекомендации предназначены к лабораторным работам по курсу «Автомобильная электроника» для студентов специальности 1-37 01 02 «Автомобилестроение (по направлениям)» очной формы обучения.

Учебно-методическое издание

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2020

Содержание

Введение	4
1 Лабораторная работа № 1. Изучение и тестирование базовых и специальных логических функций.	5
1.1 Тестирование базовых логических функций	5
1.2. Тестирование специальных логических функций	11
1.3 Тестирование логической функции для управления объектом	13
2 Лабораторная работа № 2. Автоматизация управления светофором	17
3 Лабораторная работа № 3. Автоматизация управления ночным освещением дорог	21
4 Лабораторная работа № 4. Автоматическая система охранной сигнализации	25
5 Лабораторная работа № 5. Автоматическая система импульсного управления температурой в климатической камере.	29
6 Лабораторная работа № 6. Система автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока с помощью П- или ПИ-регулятора	33
7 Лабораторная работа № 7. Система автоматического динамического торможения двигателя постоянного тока в функции скорости	41
8 Лабораторная работа № 8. Система автоматического переключения передач гидромеханической трансмиссии	45

Введение

Одной из задач курса «Автомобильная электроника» является изучение современных микропроцессорных систем управления, элементов и методик программирования, алгоритмов функционирования и их реализации на базе программируемого контроллера LOGO и программного обеспечения LOGO!Soft Comfort.

Цель лабораторных работ – приобретение навыков в управлении и программировании контроллера, в разработке алгоритмов и программ электронных систем автомобиля и вспомогательных средств, обеспечивающих их эксплуатацию, тестировании этих программ и апробацию их на контроллере.

В методических рекомендациях описаны базовые эксперименты, предложены задания по программированию, выполняемые с использованием комплекта типового лабораторного оборудования «Автоматика на основе программируемого контроллера». В состав комплекта входит аппаратура, представленная в таблице В.1.

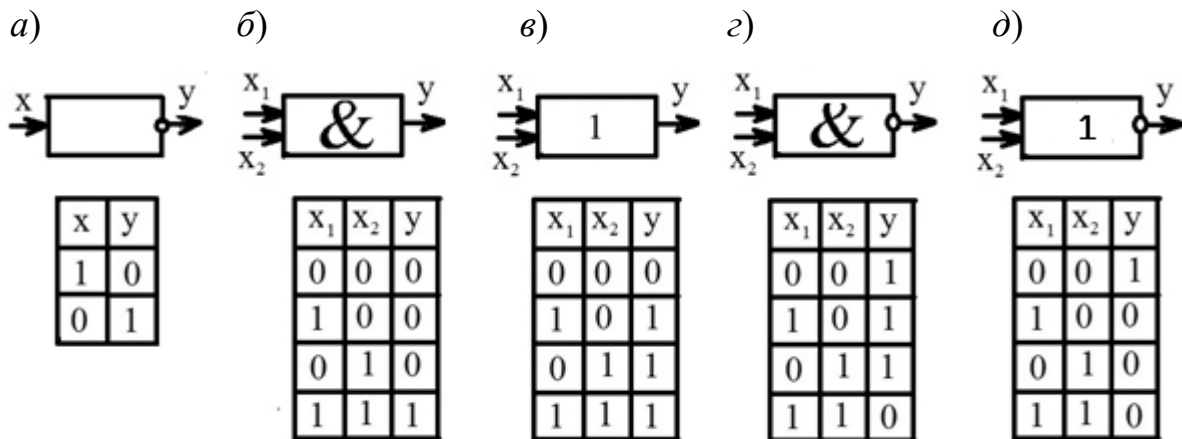
Таблица В.1 – Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~ 220 В / 16 А
A1	Блок программируемого контроллера	384	6 входов / 2 цифровых (аналоговых) входа / 4 релейных выхода
A2	Пост управления	376	3 кнопки без фиксации / 3 кнопки с фиксацией / потенциометр
A3	Блок световой сигнализации	355.2	4 светодиодные лампы 24 В
A4	Блок оптических выключателей	406	2 оптических выключателя
A5	Датчик освещенности	407	Выход 0...10 В
A6	Зуммер	377	-24 В / 70 дБ
A7	Исполнительный электродвигатель	378	-24 В
A8	Модель отапливаемого помещения	379	Лампа накаливания 24 В датчик температуры 0,1 В/°С
A9	Преобразователь постоянного напряжения	385	Входное напряжение 0...10 В Выходное напряжение 1...24В
A9	Преобразователь постоянного напряжения	385	Входное напряжение 0...10 В Выходное напряжение 1...24В
A10	Электропривод постоянного тока	386	Электродвигатель 24 В, 8000 об/мин, тахогенератор
A11	Компьютер	550	С программой LOGO!SoftComfort

1 Лабораторная работа № 1. Изучение и тестирование базовых и специальных логических функций

Контроллер – устройство логического управления, выполненное на базе микропроцессора. Автоматическое управление можно представить как определенную последовательность логических действий, которые приводят к достижению поставленной цели. Математическая логика позволяет формализовать логические действия и представить их в виде элементарных операций, подобных алгебраическим. Устройства, выполняющие элементарные логические операции или их сочетание, называются логическими элементами. Они формируют на выходе сигналы, однозначно связанные с определенными комбинациями входных сигналов. Логические элементы – это устройства дискретного действия, оперирующие двумя сигналами – 1 и 0 (истина и ложь).

Основными типами логических элементов являются элементы, реализующие логические действия отрицания НЕ (инверсия), умножения И (дизъюнкция) и сложения ИЛИ (конъюнкция). Имеются и комбинированные элементы, сочетающие действие умножения или сложения с отрицанием И-НЕ и ИЛИ-НЕ (рисунок 1.1). Эти операции называются логическими или булевыми операциями.



a – НЕ; *б* – И; *в* – ИЛИ; *г* – И-НЕ; *д* – ИЛИ-НЕ

Рисунок 1.1 – Обозначение и порядок работы логических элементов

1.1 Тестирование базовых логических функций

Перечень аппаратуры, из которой состоит система управления, представлен в таблице В.1. Соберем установку в соответствии с рисунком 1.2. Однофазный источник питания G1 предназначен для безопасного питания блока программируемого контроллера А1. Кнопки с фиксацией поста управления А2 предназначены для подачи на входы I1 и I2 контроллера А1 напряжения +24 В, соответствующего логической 1 (контакт кнопки замкнут), или снятия этого напряжения, что соответствует логическому 0 (контакт кнопки разомкнут).

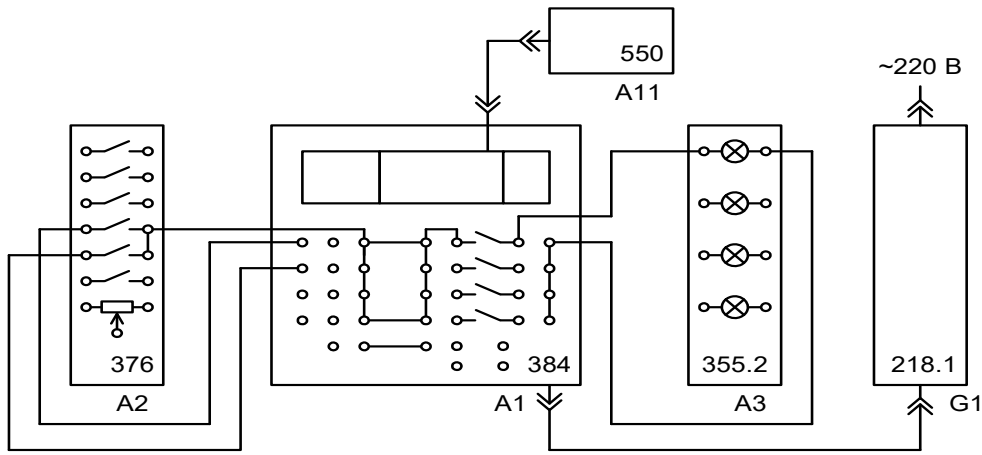


Рисунок 1.2 – Схема электрическая соединений

Лампа в блоке А3 предназначена для сигнализации состояния выходного контакта Q1 контроллера блока А1. Светящаяся лампа соответствует логической 1 (контакт Q1 контроллера замкнут), отсутствие свечения лампы соответствует логическому 0 (контакт Q1 контроллера разомкнут).

1.1.1 Коммутационная программа и ее описание. На рисунке 1.3 приведен пример коммутационной программы для тестирования функции логическое И (блок В001 – &, AND).

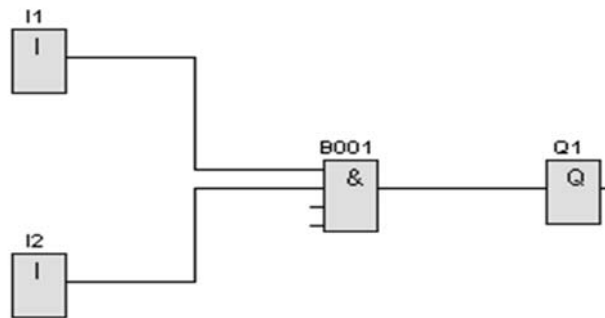
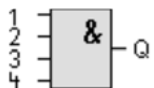


Рисунок 1.3 – Коммутационная программа для тестирования функции логическое И

Примечание к рисунку 1.3




Выход Q функции И принимает значение 1 только тогда, когда все входы равны 1, т. е. когда они замкнуты. Неиспользуемому входу блоку & назначается значение 1

Коммутационная программа обеспечивает передачу сигналов с входов I1 и I2 контроллера на входы тестируемой функции (блок В001) коммутационной программы, а результат вычисления функции (выход блока) – на выход Q1 контроллера. Программу достаточно ввести один раз и в дальнейшем заменять функцию блока В001 (отображается значком &) на другие функции из группы GF (основные функции). Неподключенные входы блока В001 автоматически принимают значения, не влияющие на выполнение заданной функции блока. Подключать их или задавать им начальные значения нет необходимости.

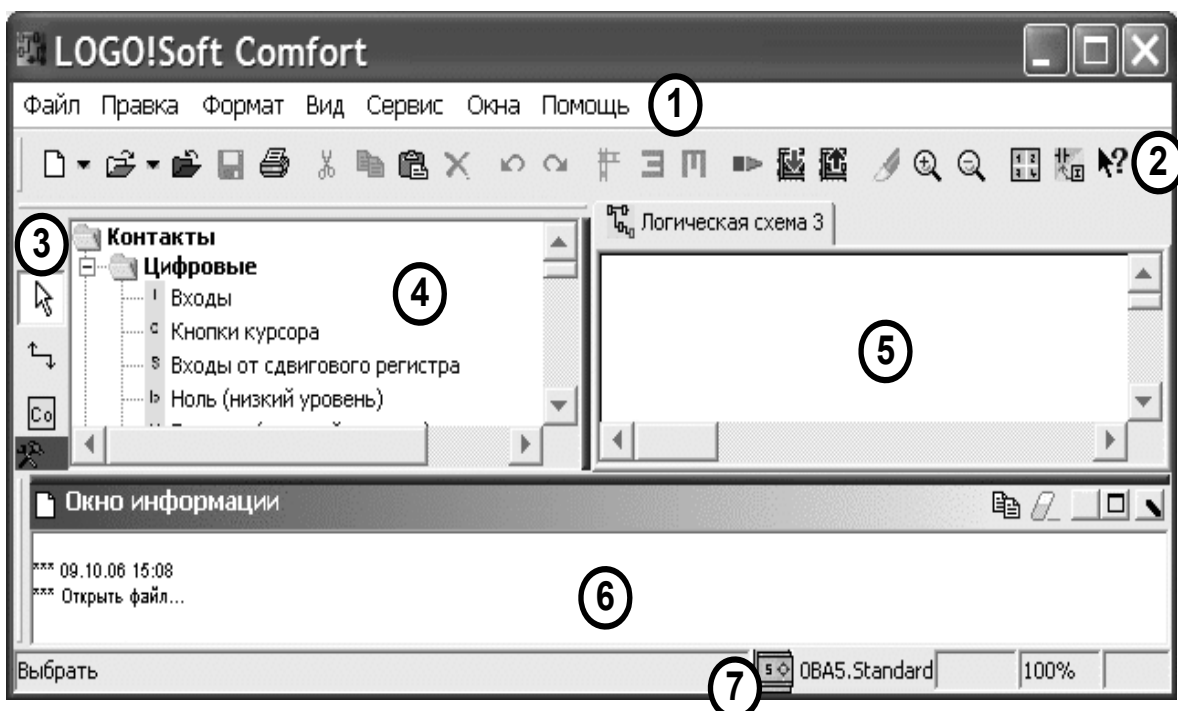
При программировании контроллера с помощью компьютера контроллер подключают к порту USB компьютера кабелем LOGO! pc cable до их включения. Включив стенд и компьютер, на рабочем столе следует открыть программу LOGO!Soft Comfort V7.0.

Открываем файл ранее созданной коммутационной программы «Lab 1.1».

Выбираем пункт меню Файл/Открыть (или кнопку ).

В стандартном окне диалога Windows выбираем и открываем необходимый файл.

Если при выходе из программы LOGO!Soft Comfort был открыт файл коммутационной программы, он автоматически загрузится в LOGO!Soft Comfort при следующем запуске. После создания новой (загрузки) коммутационной программы окно LOGO!Soft Comfort принимает вид, показанный на рисунке 1.4.



1 – строка меню; 2 – панель кнопок управления; 3 – панель «Инструменты»; 4 – окно функций (блоков) коммутационной программы; 5 – окно логической схемы коммутационной программы; 6 – окно информации; 7 – выбор типа контроллера (не менять установку по умолчанию – (OBA5))


Рисунок 1.4 – Окно LOGO!Soft Comfort

При наведении курсора на кнопки панелей 2, 3 и элементы списка в окне 4 появляются подсказки, поясняющие их назначение. Подсказки функций в окне 4 имеют кнопку со знаком ?, вызывающую справку для данной функции.

Ввод функций (блоков) коммутационной программы.

1 Наводим курсор и щелкаем левой кнопкой мыши на названии блока в окне 4.
2 Переводим курсор в окно логической схемы 5 и вводим необходимое число блоков выбранного типа, щелкая левой кнопкой мыши в местах их примерного положения на диаграмме коммутационной программы.


3 Выбираем следующую функцию (блок) и продолжаем ввод.

4 Завершив ввод, нажимаем кнопку «Выбрать» () на панели «Инструменты» 3.

Вариант ввода функций:

– на панели 3 нажать кнопку списка, содержащего необходимую функцию. Со – контакты, GF – основные функции, SF – специальные функции. В нижней части окна 5 появится панель с кнопками функций из выбранного списка;

– левой кнопкой мыши нажать кнопку необходимой функции и ввести необходимое число блоков в окне 5;

– завершить ввод, нажав кнопку «Выбрать» () на панели 3.

Задание параметров функций (блока).

1 Дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на изображении блока. Откроется окно задания параметров блока.

2 В открывшемся окне ввести параметры блока (время включения, порог срабатывания и другие параметры в зависимости от вида блока). Установленные параметры отобразятся на диаграмме внизу слева от изображения блока.

3 При необходимости можно задать имя блока, т. е. набор не более восьми знаков, отображающихся на диаграмме после номера блока.

4 На вкладке «Комментарии» этого окна можно ввести произвольный текст. Текст комментариев отображается на диаграмме коммутационной программы; его можно перемещать относительно изображения блока.

Удаление функции (блока).


1 Навести курсор на удаляемый блок и выделить его щелчком левой кнопки мыши.

2 Щелкнуть правой кнопкой мыши и в открывшемся меню выбрать пункт «Удалить». Вместо меню можно нажать клавишу Delete на клавиатуре.

Перемещение блоков.

Навести курсор на значок блока в окне 5 (см. рисунок 1.4), нажать левую кнопку мыши и, не отпуская её, передвинуть блок.

Соединение функций (блоков).

1 Нажать кнопку «Связь» () на панели 3 (см. рисунок 1.4).

2 Навести курсор на вывод блока, нажать левую кнопку мыши. Не отпуская её, перевести указатель курсора к выводу другого элемента и отпустить кнопку мыши. На экране появится линия связи выводов. Линию связи целесообразно проводить от выхода блока к входам и других элементов. При нарушении правил

соединения появляется сообщение об ошибке и выводы не соединяются. Неиспользуемые входы логических элементов можно не подключать. По умолчанию им присваиваются значения, не влияющие на работу элемента.


Сохранение коммутационной программы.

Выбрать пункты меню Файл/Сохранить. При первом сохранении программы появляется стандартный диалог сохранения файлов. Задать имя файла коммутационной программы в соответствии с правилами наименования файлов в Windows.

Вместо меню можно использовать кнопку  панели 2 (см. рисунок 1.4).

1.1.2 Тестирование коммутационной программы. Программа LOGO!Soft Comfort позволяет протестировать коммутационную программу не загружая ее в контроллер (режим эмуляции).

Если коммутационная программа не открыта в окне LOGO!Soft Comfort, ее следует загрузить (меню – Файл/Открыть).

Для перехода в режим эмуляции выбирается или пункт Сервис/Эмуляция в меню 1 (см. рисунок 1.4), или нажимается  на панели инструментов 3 (рисунок 1.5), или F3 на клавиатуре. В нижней части окна диаграммы 5 появится панель управления эмуляцией (см. рисунок 1.5).

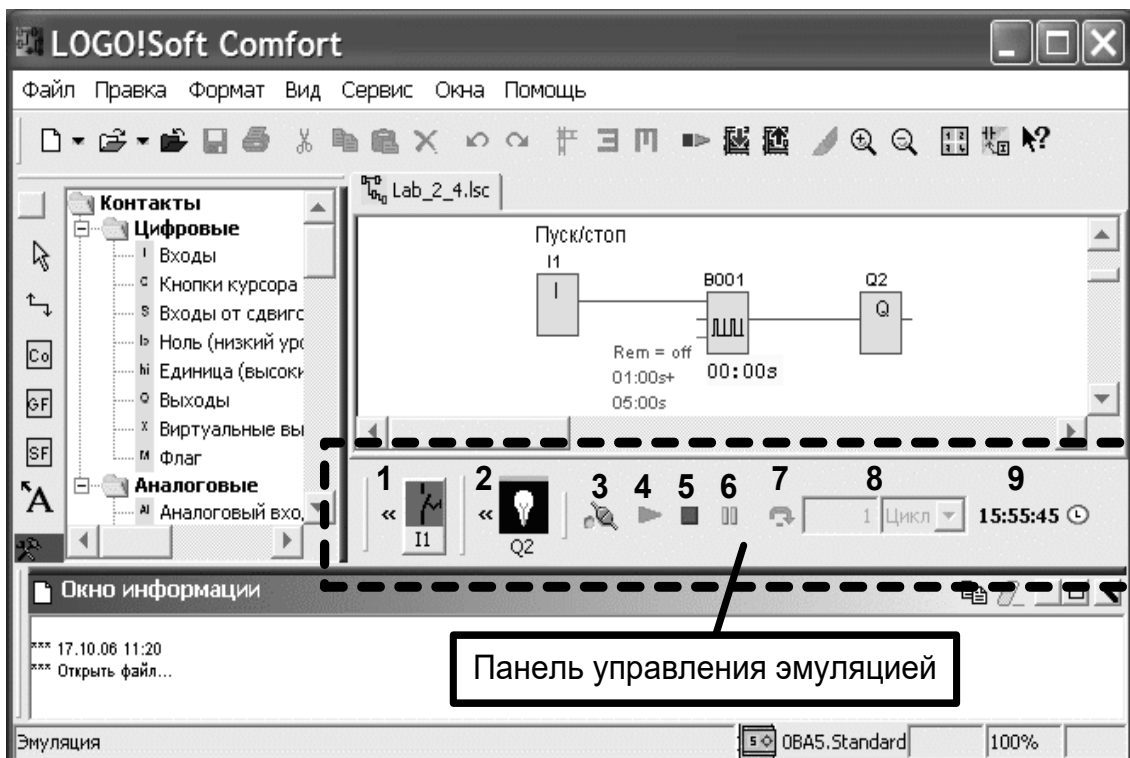


Рисунок 1.5 – Окно LOGO!Soft Comfort в режиме эмуляции


В последнем случае кнопка заменяется окном задания частоты сигнала. Для аналоговых входов AI1 и AI2 (совмещены соответственно с I7 и I8) задается численное значение сигнала в диапазоне 0...1000, что соответствует изменению

напряжения на входе контроллера от 0 до +10 В; 2 – выходы контроллера (Q1–Q4, AQ1, AQ2). Число индикаторов соответствует числу выходов, использованных в программе. Значок цифрового выхода изображает 1 горящей лампой, а 0 – погашенной. Для аналоговых выходов AQ1 и AQ2 отображается численное значение выходного сигнала. Как и для входов, численное значение сигнала в диапазоне 0...1000, соответствует выходному напряжению от 0 до 10 В; 3 – кнопка, имитирующая перерыв в подаче питания контроллера; 4, 5 – кнопки запуска и остановки коммутационной программы; 6 – кнопка паузы (временной приостановки) коммутационной программы. При нажатой кнопке 6 активируется кнопка 7 пошагового выполнения программы. В окне 8 можно задать число циклов (проходов) по программе на каждом шаге или интервал времени, соответствующий шагу; 9 – текущее время. Нажав на кнопку, справа от цифр, можно установить любое время и дату, необходимые для тестирования программы.


Для тестирования (эмуляции) запускают программу кнопкой 4 (см. рисунок 1.5) и, задавая входные сигналы кнопками 1, наблюдают работу программы. Соединительные линии между блоками изменяют цвет в зависимости от уровня логических сигналов: 1 – красный, 0 – черный. Рядом с блоками отображается текущее значение их параметров (например, 00:00 с для блока В001). Кнопка 6 позволяет временно приостановить работу программы с сохранением значений всех сигналов и при необходимости проследить работу программы в пошаговом режиме (кнопка 7). Для остановки эмуляции нажимается кнопка 5 (см. рисунок 1.5).

Для выхода из режима эмуляции выбирают пункт Сервис/Эмуляция в меню 1 (см. рисунок 1.4) или нажимают F3 на клавиатуре либо любую кнопку на панели 3 (см. рисунок 1.4).

Загрузка коммутационной программы в контроллер.

Выбирается пункт меню LOGO!Soft Comfort Сервис/Передать/ PC – > LOGO! или нажимается кнопка  на панели программы 2 (см. рисунок 1.4). Если перед загрузкой контроллер выполнял коммутационную программу (режим RUN), то LOGO!Soft Comfort откроет окно диалога с требованием подтвердить переход контроллера в режим STOP (коммутационная программа остановлена). После перехода контроллера в режим STOP в него будет загружена новая коммутационная программа.

Управление коммутационной программой.

При соединении контроллера и компьютера кабелем кнопка  на панели 2 LOGO!Soft Comfort (см. рисунок 1.4) запускает и останавливает коммутационную программу в контроллере. После нажатия кнопки программа требует подтвердить или отменить операцию.

1.1.3 Указания по проведению эксперимента. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений (см. рисунок 1.2).

Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1.

Переведите контроллер в режим отображения главного меню (состояние STOP).

Загрузите или введите в контроллер коммутационную программу и запустите ее на исполнение (пункт Start главного меню).

Протестируйте работу схемы под управлением контроллера. За состоянием входов удобно следить на экране состояния входов (I) (переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

Проверьте таблицу истинности для каждого исследованного элемента. Составьте таблицу истинности одного из элементов при инвертировании одного или нескольких из его входов.

По завершении работы остановите коммутационную программу (ESC > Stop > Yes), отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

1.2 Тестирование специальных логических функций

Необходимо протестировать работу RS-триггера (реле с защелкой), выбрав его из списка «Специальные функции» (SF) (рисунок 1.6).

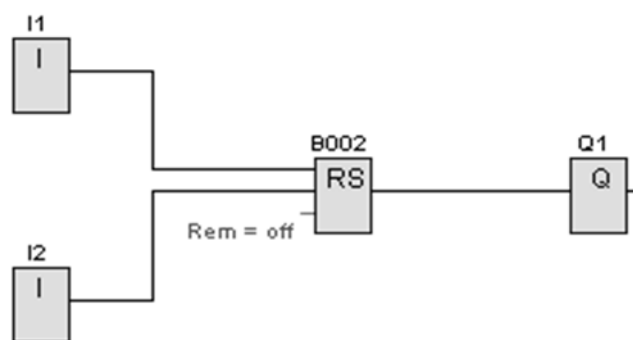


Рисунок 1.6 – Коммутационная программа для тестирования RS-триггера

Примечание к рисунку 1.6



Реле с блокировкой (триггер) представляет собой простое двоичное логическое запоминающее устройство. Выходное значение зависит от входных состояний и от предыдущего статуса выхода. Сигнал на входе S (Set - установка) устанавливает выход Q. Сигнал на входе R (Reset - сброс) сбрасывает выход Q. Выход Q сбрасывается, если установлены оба входа S и R (сброс обладает приоритетом над установкой)

Схема подключения специальных логических аналоговых сигналов (рисунок 1.7) мало отличается от схемы для тестирования основных логических функций.

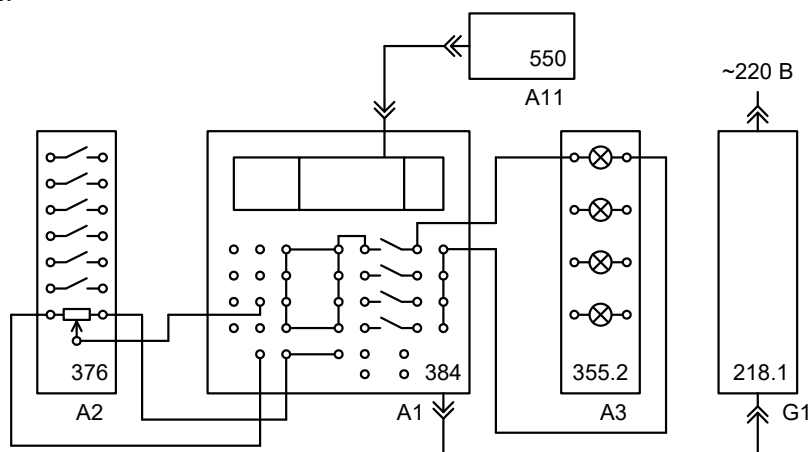


Рисунок 1.7 – Схема подключения аналогового сигнала к входу контроллера

Переменный резистор в poste управления A2 используется как делитель напряжения для формирования регулируемого аналогового сигнала от 0 до +10 В.

1.2.1 Коммутационная программа и ее описание. Коммутационная программа для тестирования функций с аналоговым входом приведена на рисунке 1.8.

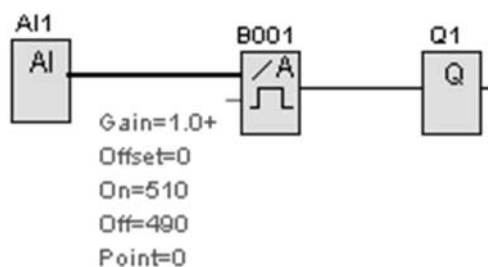


Рисунок 1.8 – Коммутационная программа для тестирования аналогового порогового выключателя

Примечание к рисунку 1.8



Аналоговый пороговый выключатель. Выход устанавливается или сбрасывается с учетом двух конфигурируемых пороговых значений (гистерезис). Ax – вход аналогового сигнала

При вводе коммутационной программы (см. рисунок 1.8) необходимо задать параметры – пороги включения On и выключения Off. Поскольку любой аналоговый сигнал масштабируется в коммутационной программе в диапазон 0...1000, то приведенным на рисунке значениям параметров (On = 510 и Off = 490), соответствуют пороги включения 5,1 В и выключения 4,9 В. Для изменения параметров этот блок, как и другие блоки специальных функций, имеет вход «Par». Поместив курсор на этот вход и нажав «ОК», переходят к

экрану задания параметров функции (блока) и устанавливают On = 510 и Off = 490. Для остальных параметров сохраняют принятые по умолчанию значения. Выбор параметра и его изменение производится курсором, выход из режима задания параметров – кнопкой Esc.

Порядок ввода коммутационных программ описан в подразделе 1.1.1. Функции (блоки) программ выбирают из списка «Специальные функции» (SF).

1.2.2 Указания по проведению эксперимента. Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рисунке 1.7. Включите компьютер.

Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1.

Переведите контроллер в режим отображения главного меню (состояние STOP).

Запустите программу LOGO!Soft Comfort и вызовите программу «Lab 1.2».

Загрузите или введите в контроллер коммутационную программу, приведенную на рисунке 1.8. Обратите внимание на необходимость задания параметров некоторых блоков. Запустите программу на исполнение (пункт Start главного меню).

Протестируйте работу схемы под управлением компьютера. При необходимости скорректируйте схему и коммутационную программу. За состоянием входов удобно следить на экране состояния входов (I – цифровые, AI – аналоговые) (переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу (ESC > Stop > Yes), отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

1.3 Тестирование логической функции для управления объектом

1.3.1 Алгоритм работы объекта. Включение и выключение сигнальной лампы производится кнопкой без фиксации. Одно нажатие на кнопку включает лампу, другое – выключает (рисунок 1.9).

Изменение состояния лампы происходит после нажатия кнопки без фиксации с временной задержкой длительностью 3 с.

На интервале временной задержки при нажатой кнопке с фиксацией на экран контроллера выводится время, оставшееся до переключения лампы.

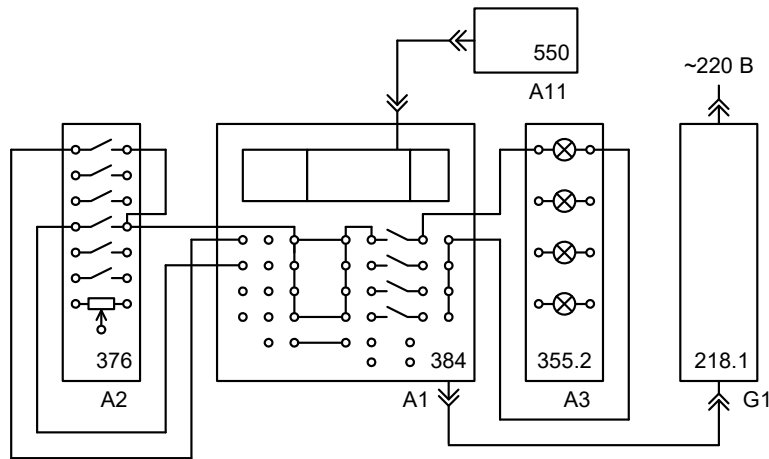


Рисунок 1.9 – Схема электрическая соединений

1.3.2 Коммутационная программа и ее описание. Первая цепочка элементов коммутационной программы (I1 – B001 – B002 – Q1) управляет переключением лампы. Логический сигнал с входа I1 управляет состоянием импульсного реле B001 (список SF, прочие функции) (рисунок 1.10).

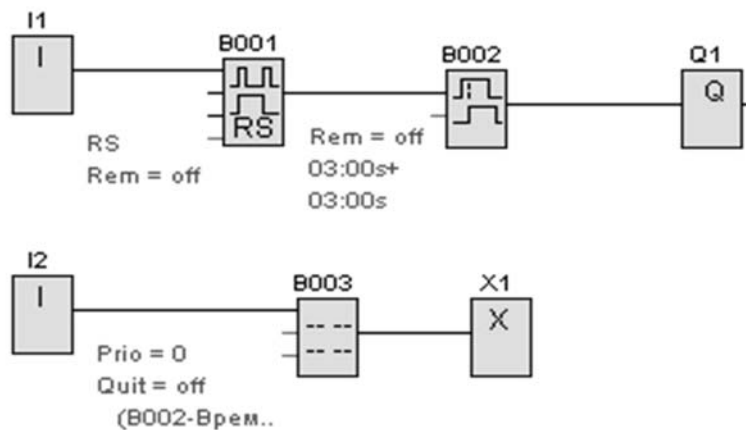
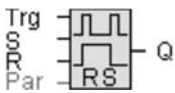
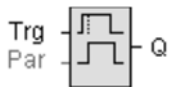


Рисунок 1.10 – Коммутационная программа для тестирования логической функции управления объектом

Примечание к рисунку 1.10

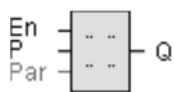


Выход импульсного реле устанавливается и сбрасывается коротким однократным срабатыванием на входе. Выход Q переключают в состояние ВКЛ и ВЫКЛ сигналом на входе Trg (выключатель). Короткий импульс на входе S (установка) устанавливает на выходе логическую 1. Короткий импульс на входе R (сброс) устанавливает на выходе логический 0. Q включается сигналом на входе Trg и снова сбрасывается следующим импульсом Trg, если оба сигнала S и R равны 0.



Блок функции задержки включения и выключения используется для установки выхода по истечении заданного времени задержки включения и его сброса по завершении второго запрограммированного значения времени. Запускают отсчет времени задержки включения по положительному фронту (переход из 0 в 1) входа Trg (выключатель). Запускают отсчет времени задержки выключения по отрицательному фронту (переход из 1 в 0) входа Trg (выключатель). Par (ТН представляет собой время задержки включения выхода, переход выходного сигнала

из 0 в 1; TL представляет собой время задержки выключения выхода, переход выходного сигнала из 1 в 0). Выход Q включается по истечении заданного времени TH, если Trg по-прежнему установлен. Он снова выключается по истечении времени TL, если Trg не был снова установлен.



Функция отображает тексты сообщений и параметры других блоков на дисплее, когда LOGO! работает в режиме RUN. Переход из 0 в 1 на входе En (разрешение) вызывает вывод текста сообщения. Вход P определяет приоритет текста сообщения. 0 – минимальный приоритет, 127 – самый высокий приоритет. Par (EnTime) отображает время перехода из 0 в 1 на входе En

Выход импульсного реле изменяет свое состояние ($0 \leftrightarrow 1$) при каждом переходе сигнала на входе I1 из 0 в 1 (т. е. при нажатии кнопки без фиксации). Переключение выхода импульсного реле V001 запускает «Задержку ВКЛ/ВЫКЛ» V002 (список SF, таймеры). В качестве параметров импульсного реле V001 задано одинаковое время задержки включения и отключения – 3 с (03:00 на рисунке 1.10). После отработки заданной задержки изменяется состояние контактов выхода контроллера Q1 и, соответственно, включение или выключение лампы.

Вторая цепочка элементов коммутационной программы (I2 – V003 – X1) управляет выводом на экран программируемого контроллера времени, оставшегося до окончания задержки. При подаче сигнала от кнопки с фиксацией на вход I2 запускается функция «Текст сообщения» (список SF, прочие функции). В качестве параметра этой функции указан номер блока V002 («Задержка ВКЛ/ВЫКЛ»). При этом оставшееся до окончания задержки время передается из блока V002 в V003 и отображается на экране контроллера. Поскольку выход любого блока программы не может остаться неподключенным, выход V003 подключен к X1 – виртуальному выходу (список Co). Данные с X1 никуда не передаются. Этот блок необходим только как начальный блок новой цепочки функций (блоков) при ручном вводе коммутационной программы.

1.3.3 Указания по проведению эксперимента. Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений (см. рисунок 1.9).

Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1.

Переведите контроллер в режим отображения главного меню (состояние STOP).

Загрузите или введите в контроллер коммутационную программу. Обратите внимание на необходимость задания параметров блоков V002 и V003 (B1, B3 на экране контроллера). Запустите программу на исполнение (пункт Start главного меню).

Протестируйте работу схемы под управлением контроллера. За состоянием входов удобно следить на экране состояния входов (I – цифровые, AI – аналоговые) (переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу (ESC > Stop > Yes), отключите выключатель «СЕТЬ» блока

программируемого контроллера A1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1. Обратите внимание, что перейти к главному меню можно только при отключенном выводе на экран времени задержки ($I2 = 0$, т. е. кнопка этого входа отключена).

1.4 Содержание отчета

- 1 Наименование и цель работы.
- 2 Перечень применяемой аппаратуры.
- 3 Изобразить основные логические элементы и их таблицы истинности.
- 4 Изобразить схему электрических соединений для тестирования основных логических функций.
- 5 Изобразить коммутационные программы для каждого вида тестирования, дать их краткую характеристику.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите основные логические элементы, изобразите таблицу истинности.
- 2 Что представляют собой комбинированные логические элементы?
- 3 В чем суть математической логики?
- 4 Чем отличается контроллер от ЭВМ?
- 5 Как работает RS-триггер?
- 6 Как осуществляется загрузка коммутационной программы?
- 7 Опишите порядок тестирования основных логических функций.
- 8 Как установить пороги включения и выключения аналогового сигнала?
- 9 Изобразить коммутационную программу для тестирования логической функции «И».
- 10 В чем особенность коммутационной программы для тестирования логической функции управления объектом?

2 Лабораторная работа № 2. Автоматизация управления светофором

Светофор обеспечивает безопасность проезда перекрестков дорог. Он должен регулировать потоки машин, учитывая приоритетность того или другого направления. Для этого длительность циклов включения разрешающих и запрещающих сигналов должна быть регулируемой. Для повышения пропускной способности перекрестка светофор может снабжаться дополнительными секциями, сенсорами загруженности сторон перекрестка, автоматического перехода в ночной режим и другими сервисами. Все это позволяет реализовать контроллер LOGO! и его программное обеспечение LOGO! Soft Comfort.

2.1 Алгоритм работы системы управления

Перечень аппаратуры, из которой состоит система управления представлен в таблице В.1, схема электрических соединений – на рисунке 2.1.

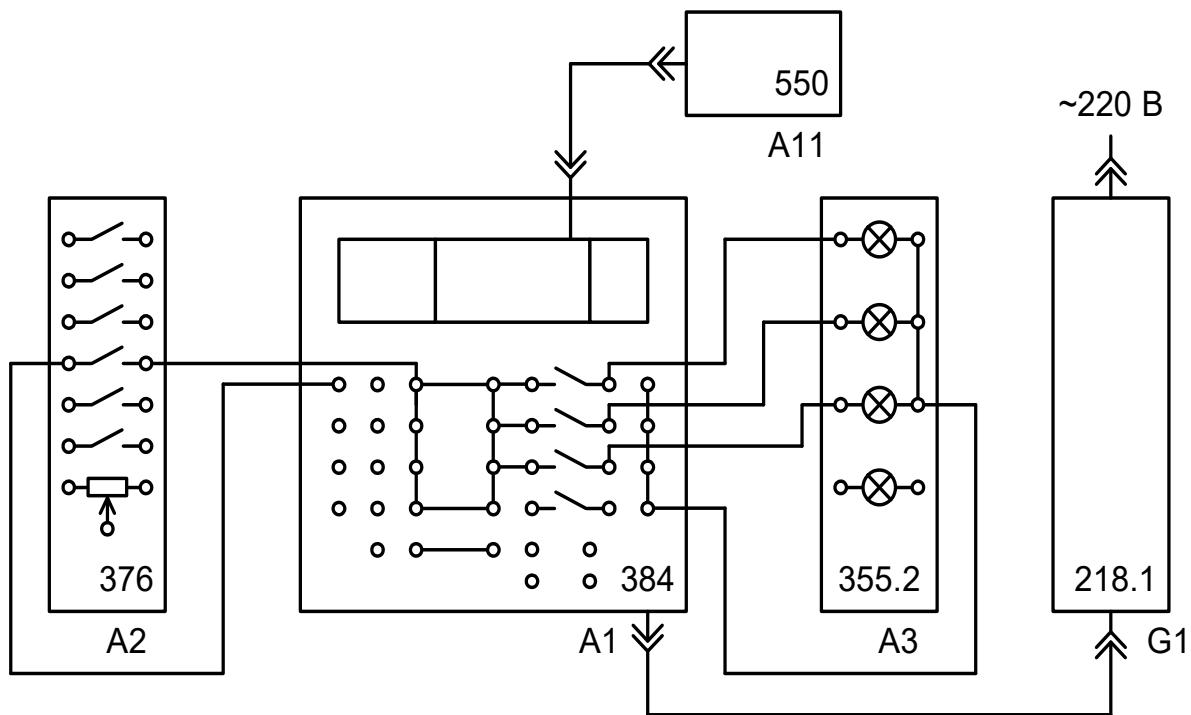


Рисунок 2.1 – Схема электрических соединений

Работа системы управления светофором в одном направлении осуществляется последовательным включением красного, желтого и зеленого сигналов светофора. Длительность включенного состояния красного и зеленого сигналов светофора составляет 15 с, желтого – 5 с.

Включенное состояние запрещающего и разрешающего сигналов отображается горящими лампочками блока световой сигнализации A3.

2.2 Коммутационная программа и ее описание

Коммутационная программа изображена на рисунке 2.2, а в таблице 2.1 приведены функции, использованные в программе. При этом точка около входа функции обозначает инверсию (логическая операция НЕ) данного сигнала. При первом цикле выполнения программы независимо от состояния входа I1 устанавливается в 1 флаг инициализации (M8) и сбрасывает все интервальные реле (V001–V004). Выходы интервальных реле и выходы Q1, Q2, Q3 устанавливаются в 0, лампы светофора погашены.

Если на входе I1 установлен 0 (светофор выключен), выходы интервальных реле и выходы Q1, Q2, Q3 сохраняются в состоянии 0.

При включении светофора (1 на входе I1) запускается интервальное реле времени V001, контакты выхода Q1 включают красную лампу светофора. По истечении 15 с на выходе V001 устанавливается 0, красная лампа выключается и запускается интервальное реле V002, включающее желтый сигнал светофора на 5 с и, соответственно, вторую (желтую) лампу. После отключения V002 запускается V003 (зеленая лампа на 15 с). Отключение V003 запускает V004 (снова желтую лампу на 5 с), а отключение V004 – V001. Далее циклы повторяются, пока на входе I1 сохраняется сигнал 1. Установка 0 на I1 отключает светофор.

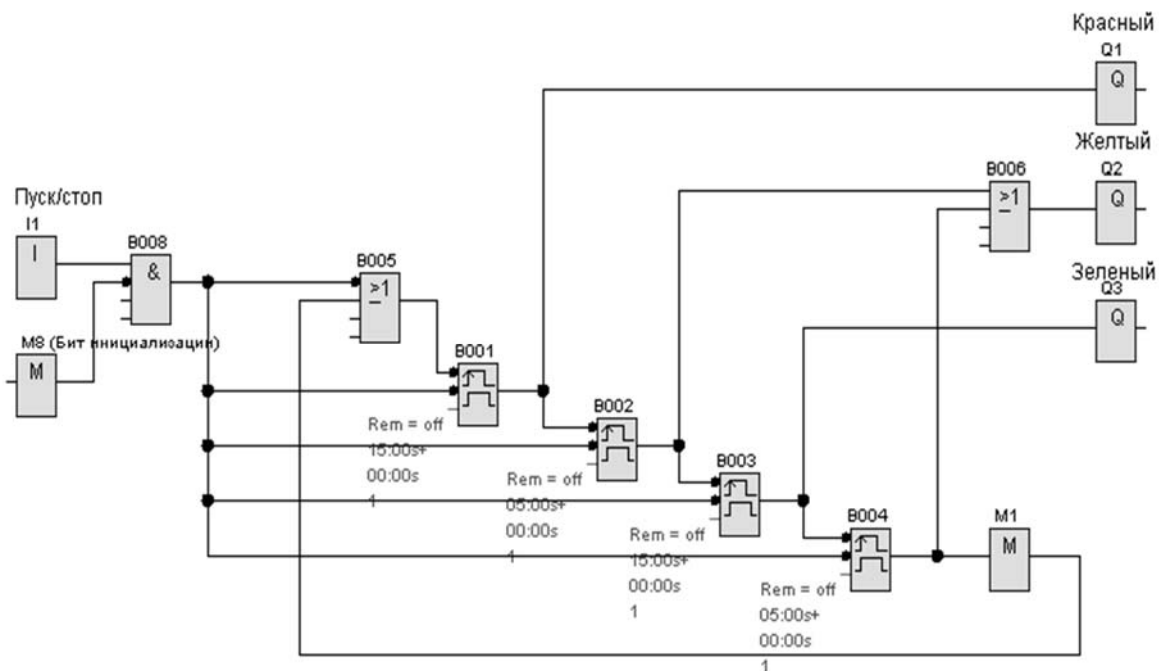








Рисунок 2.2 – Коммутационная программа системы управления

Таблица 2.1 – Функции, использованные в коммутационной программе

Элемент	Функция элемента
	I1 – вход (список Co). Управляет включением/выключением светофора (0 – выключен, 1 – включен)
	M1, M8 – флаги (список Co), т. е. переменные программы. M8 (бит инициализации) – особый флаг, принимающий значение 1 при первом цикле выполнения программы
	B008 – функция И (список GF)
	B005, B006 – функция ИЛИ (список GF)
	B001...B004 – интервальное реле времени, запускаемое фронтом (список SF). Верхний вход – запуск реле (выход реле устанавливается в 1), второй сверху вход – сброс (выход – 0)
	Q1, Q2, Q3 – выходы программируемого контроллера (список Co). Управляют, соответственно, красной, желтой и зеленой лампами

2.3 Указания по проведению эксперимента

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений. Включите компьютер.

Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1.

Переведите контроллер в режим отображения главного меню (состояние STOP).

Запустите программу LOGO! Soft Comfort и загрузите программу «Lab.2.1». Задайте параметры задержки интервальных реле времени B001 (15:00), B002 (05:00), B003 (15:00), B004 (05:00). Протестируйте работу схемы в режиме «Эмуляция», а порядок ее работы разберите в режиме пошагового выполнения программы.

Загрузите в контроллер коммутационную программу. Запустите программу на исполнение.

Проверьте состояние кнопки включения/отключения системы (кнопка с фиксацией поста управления A2). Установите её в состояние «замкнуто» – на вход I1 подан высокий уровень, система включена. Убедитесь в правильной работе схемы и коммутационной программы. Лампы должны переключаться в заданном порядке через установленные промежутки времени. При необходимости скорректируйте схему и коммутационную программу. За состоянием входов и выходов удобно следить на экране их состояния (входы I – цифровые, AI – аналоговые, выходы – Q, переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

Дополните коммутационную программу синхронно работающей второй стороной светофора, дополнительной секцией, сенсорами и проверьте их работу в режиме эмуляции.

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу, отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

2.4 Содержание отчета

- 1 Наименование и цель работы.
- 2 Перечень применяемой аппаратуры.
- 3 Схема электрических соединений.
- 4 Коммутационная программа и таблица функциональных элементов.

Контрольные вопросы

- 1 Какие преимущества имеет программируемый контроллер перед электро-механической релейной системой управления светофором?
- 2 Как должно измениться время разрешающего сигнала при неравномерной загрузке направлений движения машин в ночном режиме?
- 3 Каково назначение флагов M1 и M8 в коммутационной программе?
- 4 Как работает интервальное реле?
- 5 Как задаются параметры задержки времени интервальных реле?
- 6 Когда срабатывает элемент ИЛИ?
- 7 Поясните работу коммутационной программы.
- 8 Как проследить на экране компьютера циклограмму работы программы?
- 9 По какому параметру можно организовать смену режимов работы светофора?
- 10 Где можно применить аналогичную систему управления?

3 Лабораторная работа № 3. Автоматизация управления ночным освещением дорог

Безопасность движения на дорогах в ночное время суток во многом зависит от их освещенности. В черте города эта задача в целом решается. Но освещение загородных трасс, где скорость движения гораздо выше, а количество машин меньше – дело затратное, и не каждая страна может себе это позволить. Поэтому целесообразно создание такой системы, которая бы позволила освещать только те участки дороги, по которым движется автомобиль.

3.1 Алгоритм работы системы управления

Включение (отключение) системы осуществляется кнопкой с фиксацией. При пересечении объектом луча оптического выключателя включается освещение зоны. После прохождения зоны действия луча освещение зоны прекращается не сразу, а с некоторой выдержкой времени. При пересечении объектом луча следующего оптического выключателя включается освещение следующей зоны, а предыдущая выключается, даже если время задержки еще не истекло.

Перечень аппаратуры, из которой состоит система управления, представлен в таблице В.1, а схема электрических соединений – на рисунке 3.1.

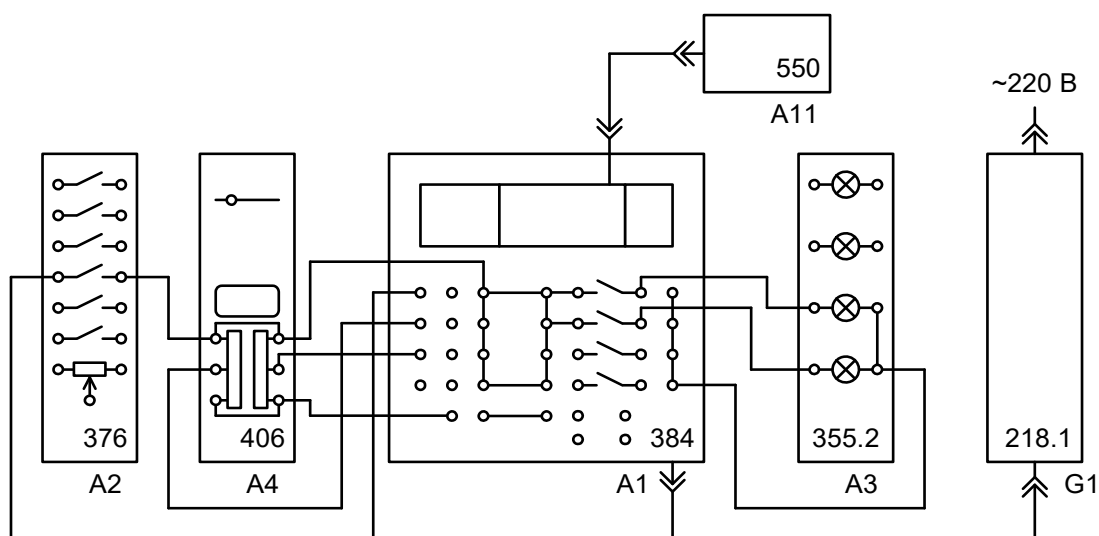


Рисунок 3.1 – Схема электрических соединений

Кнопка с фиксацией поста управления A2 предназначена для включения (отключения) системы.

Блок оптических выключателей A4 имитирует датчик включения освещаемого участка дороги с перемещающимся объектом (автомобилем).

Лампы в блоке A3 имитируют лампы освещения участка дороги.

3.2 Коммутационная программа и ее описание

Коммутационная программа изображена на рисунке 3.2, а в таблице 3.1 приведены функции, использованные в программе. При этом точка около входа функции обозначает инверсию (логическая операция НЕ) данного сигнала.

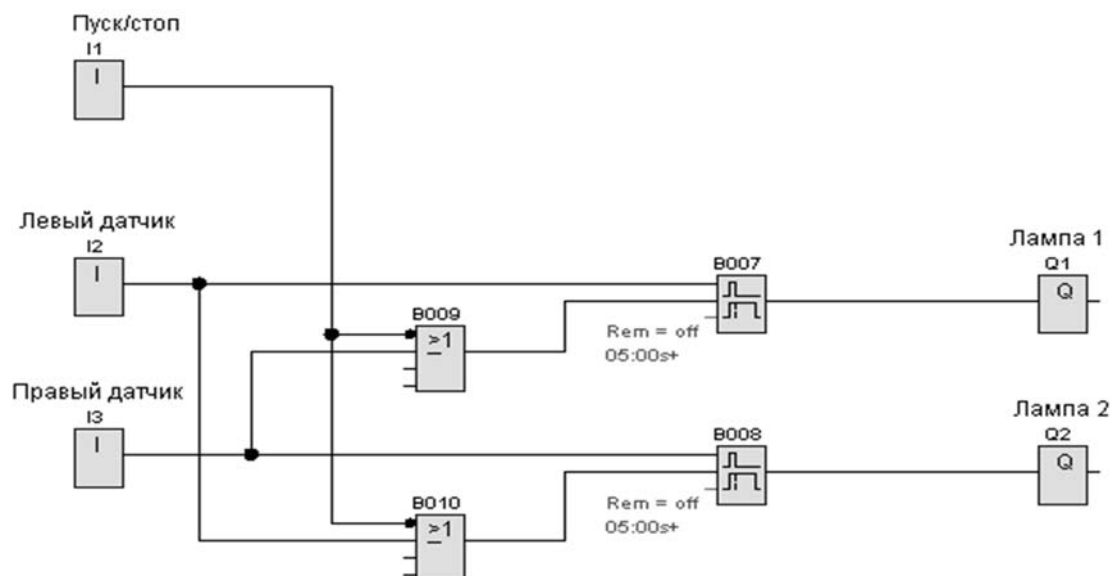


Рисунок 3.2 – Коммутационная программа системы управления

Таблица 3.1 – Функции, использованные в коммутационной программе

Элемент	Функция элемента
	I1 – вход (список Co). Управляет включением/выключением системы (0 – выключен, 1 – включен). I2, I3 – входы сигналов датчиков 1 (левый датчик блока A4) и 2 (правый датчик A4). Сигнал равен 1 при срабатывании датчика
	B009, B010 – функция ИЛИ (список GF)
	B007, B008 – задержка выключения (список SF). Верхний вход – запуск реле (выход реле устанавливается в 1 и остается в этом состоянии после перехода входного импульса из 1 в 0 на время установленной задержки 5 с), второй сверху вход – сброс (выход немедленно устанавливается в 0)
	Q1, Q2 – выходы программируемого контроллера (список Co) управляют, соответственно, лампами освещения зон датчиков 1 и 2

Работа программы:

- при отключенной системе (сигнал на входе I1 равен 0) через инвертирующие входы функция ИЛИ (B009, B010) на входы сброса функций задержки выключения (B007, B008) подается 1. Выходы функций задержки выключения и выходы контроллера находятся в состоянии 0 (отключены);

- при включении системы (1 на входе I1) снимается сигнал с входов сброса функций задержки выключения (B007, B008);

- при отсутствии сигналов оптических выключателей (0 на входах I2, I3) выходы функций задержки выключения и выходы контроллера отключены;
- при срабатывании одного из оптических выключателей (1 на входе I2 или I3) на входе и выходе соответствующей функций задержки выключения (V007 или V008) появляется 1. Контакты выхода контроллера (Q1 или Q2) замыкают цепь питания лампы освещения «зоны» соответствующего оптического выключателя. Одновременно подается сигнал сброса задержки выключения другой лампы (второй сверху вход V007 или V008);
- при отключении оптического выключателя («объект» покинул зону его действия) лампа продолжает гореть в течение установленной задержки блоков V007 и V008 (5 с) или мгновенно отключается при срабатывании оптического выключателя другого канала.

3.3 Указания по проведению эксперимента

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений. Включите компьютер.

Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1.

Переведите контроллера в режим отображения главного меню (состояние STOP).

Запустите программу LOGO! Soft Comfort и загрузите программу «Lab.2.2». Задайте задержки выключения – 5 с для V007 и V008 (05:00 в параметрах блоков). Протестируйте работу схемы в режиме «Эмуляция», а порядок ее работы разберите в режиме пошагового выполнения программы.

Загрузите в контроллер коммутационную программу. Запустите программу на исполнение.

Протестируйте работу схемы под управлением контроллера. Проверьте состояние кнопки включения/отключения системы (кнопка с фиксацией поста управления A2). Установите её в состояние «замкнуто» – на вход I1 подан высокий уровень, система включена.

Используя рукоятку в верхней части блока A4, перемещайте «объект» (отражатель) из зоны действия одного датчика в зону действия другого. О срабатывании датчика сигнализирует свечение светодиода на его корпусе (виден через окно на лицевой панели блока A4). За состоянием входов и выходов контроллера удобно следить на экране их состояния (входы I – цифровые, AI – аналоговые, выходы – Q. Переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

Убедитесь, что система функционирует в соответствии с заданным алгоритмом.

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу, отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

3.4 Содержание отчета

- 1 Наименование и цель работы.
- 2 Перечень применяемой аппаратуры.
- 3 Схема электрических соединений.
- 4 Коммутационная программа и таблица функциональных элементов.

Контрольные вопросы

- 1 Какой эффект даст применение автоматической системы управления наружным освещением дорог?
- 2 От чего зависит длина освещаемого участка дороги от одного оптического выключателя?
- 3 Где по отношению к последнему фонарю должен устанавливаться следующий оптический выключатель?
- 4 Для чего в системе управления используются интервальные реле?
- 5 Каким может быть элемент П1 в коммутационной программе?
- 6 Как в системе учесть наличие на дороге поворота?
- 7 Поясните работу коммутационной программы.
- 8 Как проследить на экране контроллера за состоянием входов и выходов?
- 9 По какому параметру можно прогнозировать аварийную ситуацию на дороге?
- 10 Где можно применить аналогичную систему управления?

4 Лабораторная работа № 4. Автоматическая система охранной сигнализации

Автоматизация автомобиля начинается с установки охранной сигнализации для защиты от несанкционированного вторжения. Эта система должна быть индивидуальна, не быть навязчивой и действовать ограниченное время. Кроме того, такая система может быть использована не только для автомобиля, но и различных производственных участков, станций диагностики, ремонтных участков и др.

4.1 Алгоритм работы системы сигнализации

Система включается (выключается) кнопкой с фиксацией.

По сигналу датчика система охранной сигнализации включает звуковой сигнал (зуммер). Для повышения помехоустойчивости системы длительность сигнала датчика должна быть не менее 1 с.

После срабатывания система возвращается в исходное состояние после ее отключения и повторного включения.

Перечень аппаратуры, из которой состоит система управления представлен в таблице В.1, а схема электрических соединений – на рисунке 4.1.

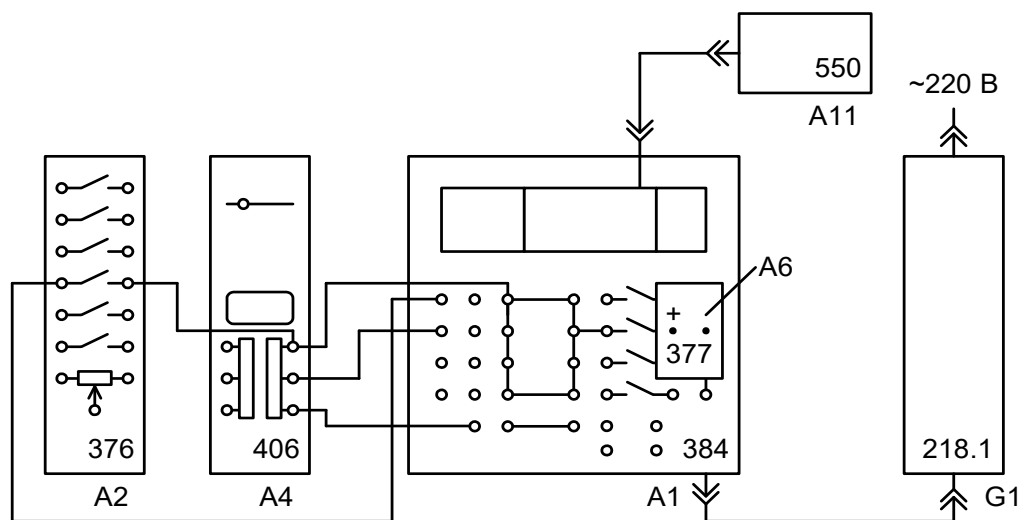


Рисунок 4.1 – Схема электрических соединений

Компьютер A11 подключен кабелем к разъему на лицевой панели контроллера и предназначен для загрузки и отладки коммутационной программы.

Кнопка с фиксацией поста управления A2 предназначена для включения (отключения) системы.

Блок оптических выключателей A4 имитирует охраняемое помещение с датчиком несанкционированного проникновения и перемещающимся объектом (человеком).

Зуммер А6 устанавливается вертикально (соответственно ориентации надписей на его этикетке) непосредственно в гнезда Q2 панели блока А1 и служит для звукового оповещения.

4.2 Коммутационная программа и ее описание

Коммутационная программа изображена на рисунке 4.2, а в таблице 4.1 приведены функции, использованные в программе. При этом точка около входа функции обозначает инверсию (логическая операция НЕ) данного сигнала.

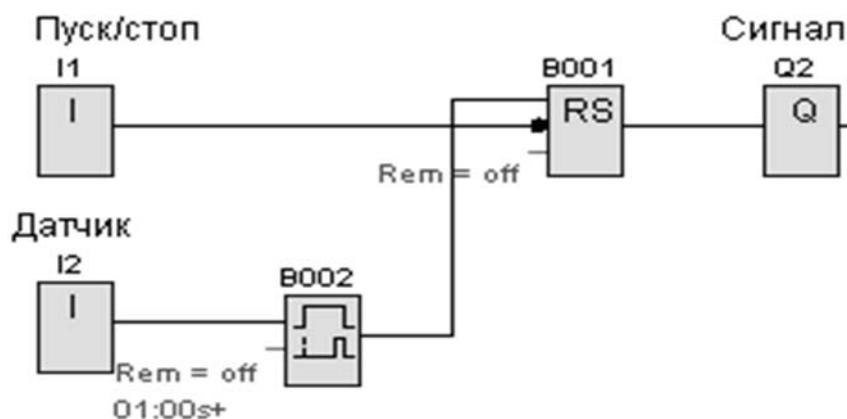


Рисунок 4.2 – Коммутационная программа

Таблица 4.1 – Функции, приведенные в коммутационной программе

Элемент	Функция элемента
I	I1, I2 – входы (список Co). I1 – включение/выключение системы (0 – выключена, 1 – включена). I2 – сигнал датчика
RS	RS-триггер (список SF). Верхний вход (S = 1) – установка 1 на выходе триггера, нижний вход (R = 1) – установка 0 на выходе. Если и S = 1, и R = 1, то на выходе триггера 0 (приоритет R)
□	B002 – функция «Задержка включения» (список SF). Сигнал на выходе появляется при продолжительности входного сигнала 1 превышающей заданное время задержки (1 с – устанавливается в параметрах блока)
Q	Q2 – выход программируемого контроллера (список Co). Контакт выхода управляет включением зуммера сигнализации

Работа программы:

– система отключена, если сигнал на входе I1 равен 0. Этот сигнал после инвертирования подается на вход R RS-триггера и устанавливает выход триггера и выход Q2 в состояние 0. В силу приоритета входа R сигнал датчика, поступающий на вход S, не изменяет состояние выхода RS-триггера;

– при включении системы вход I1 равен 1, а вход триггера R равен 0. При срабатывании датчика (сигнал на входе I1 равен 1) включается функция «Задержка включения» (B002). Если длительность сигнала датчика превысит

установленную в В002 задержку (1 с), то сигнал на выходе В002 примет значение 1 и установит 1 на выходе триггера В001. Контакты выхода Q2 включают зуммер сигнализации. В дальнейшем выход триггера останется в состоянии 1 независимо от изменения сигнала датчика;

– система (в любом состоянии) отключается сигналом 0 на входе П1.

4.3 Указания по проведению эксперимента

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений. Включите компьютер.

Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1.

Переведите контроллер в режим отображения главного меню (состояние STOP).

Запустите программу «LOGO! Soft Comfort» и загрузите программу «Lab.2.6». Задайте время задержки блока В002 равным 1 с (01:00). Протестируйте работу схемы в режиме «Эмуляция», а порядок ее работы разберите в режиме пошагового выполнения программы.

Загрузите в контроллер коммутационную программу. Запустите программу на исполнение.

Протестируйте работу схемы под управлением контроллера. Проверьте состояние кнопки включения/отключения системы (кнопка с фиксацией поста управления А2). Установите её в состояние «замкнуто» – на вход П1 подан высокий уровень, система включена.

Убедитесь, что система функционирует в соответствии с заданным алгоритмом.

При необходимости скорректируйте схему и коммутационную программу. Например, ограничьте время действия сигнализации с последующим приходом во взведенное состояние.

За состоянием входов и выходов удобно следить на экране их состояния (входы I – цифровые, AI – аналоговые, выходы – Q).

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу, отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

4.4 Содержание отчета

- 1 Наименование и цель работы.
- 2 Перечень применяемой аппаратуры.
- 3 схема электрических соединений.
- 4 Коммутационная программа и таблица функциональных элементов.

Контрольные вопросы

- 1 Какие датчики информации используются в рассмотренной системе?
- 2 От чего зависит дальность действия охранной системы?
- 3 Могут ли работать оптические датчики в солнечный день?
- 4 Почему для сигнализации используется прерывистый сигнал зуммера?
- 5 За счет чего можно повысить надежность охранной сигнализации?
- 6 Через какой логический элемент И или ИЛИ необходимо соединять датчики различных типов?
- 7 Как будет выглядеть коммутационная программа при использовании аналоговых датчиков вместо цифровых?
- 8 Какие еще сферы применения могут быть у рассмотренной системы?
- 9 Зачем перед триггером сигнал от кнопки П1 инвертируют?
- 10 В блоке А4 два оптических выключателя. Оба или один из них используются в системе автоматизации?

5 Лабораторная работа № 5. Автоматическая система импульсного управления температурой в климатической камере

Испытания автомобилей, предназначенных для эксплуатации в районах с жарким или, наоборот, с холодным климатом осуществляется в климатических камерах. Регулирование температуры в них представляет определенные трудности из-за большой инерционности процессов нагрева и охлаждения, сложности поддержания заданной точности температурного режима. Применение импульсного регулирования, позволяющего включать и выключать нагреватель при достижении заданных порогов регулирования, обеспечивает поддержание заданной температуры с заданной точностью.

5.1 Алгоритм работы системы управления

Система поддерживает заданную температуру воздуха в климатической камере в диапазоне 40...60 °С путем включения /отключения нагревательного элемента. Система включается кнопкой с фиксацией. Схема электрических соединений контроллера для моделирования работы системы импульсного управления температурой в климатической камере представлена на рисунке 5.1.

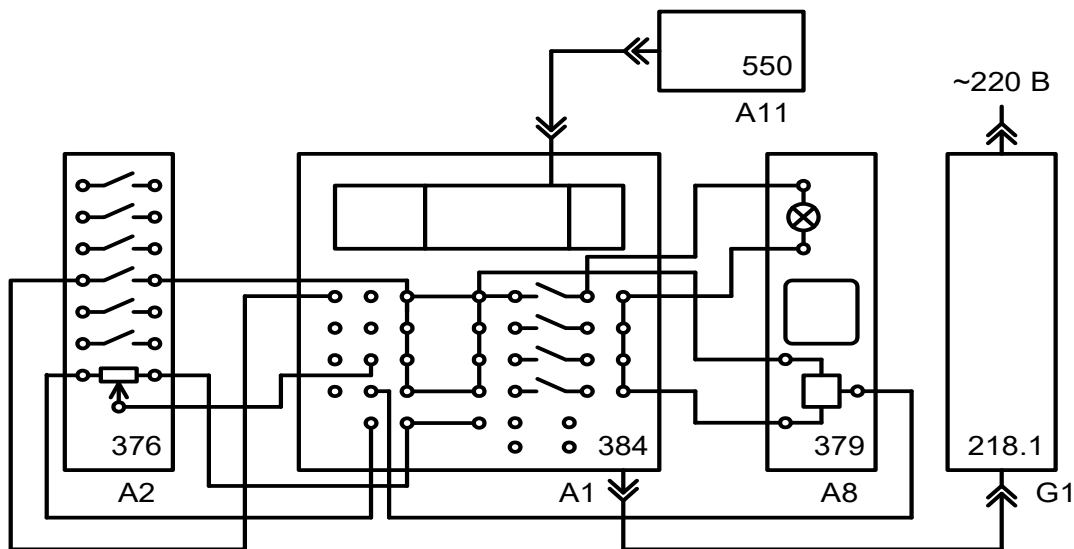


Рисунок 5.1 – Схема электрических соединений

Однофазный источник питания G1 предназначен для безопасного питания блока программируемого контроллера A1.

Компьютер A11 подключен кабелем к разъему на лицевой панели контроллера и предназначен для загрузки и отладки коммутационной программы.

Кнопка с фиксацией поста управления A2 предназначена для включения (отключения) системы. Переменный резистор в poste управления A2 используется как делитель напряжения для формирования регулируемого аналогового сигнала 0...+10 В, пропорционального установке температуры воздуха в диапазоне 40...60 °С.

Датчик температуры в модели климатической камеры А8 формирует сигнал, пропорциональный температуре воздуха в ней.

Лампа накаливания А8 играет роль нагревательного элемента.

5.2 Коммутационная программа и ее описание

Коммутационная программа системы импульсного регулирования температуры в климатической камере представлена на рисунке 5.2, а в таблице 5.1 приведены использованные в ней функции.

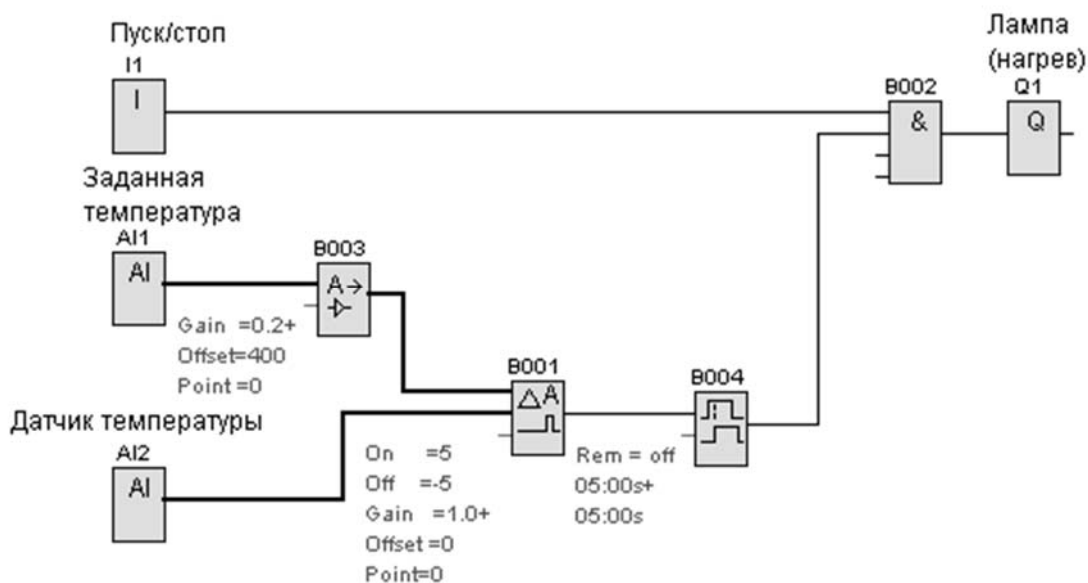


Рисунок 5.2 – Коммутационная программа

Таблица 5.1 – Логические функции, использованные в коммутационной программе

Элемент	Функция элемента
I	I1 – вход (список Co). Управляет включением/выключением системы (0 – выключена, 1 – включена)
AI	AI1, AI2 (I7, I8) – аналоговые входы контроллера А1 (список Co). На вход AI1 подается сигнал задания температуры с переменного сопротивления (0...+10 В). На вход AI2 – сигнал датчика температуры
A→	B003 – аналоговый усилитель (список SF). Для блока установлен коэффициент усиления Gain = 0,2 и смещение Offset = 400. Выходной сигнал усилителя вычисляется по формуле $AI1 \times Gain + Offset$, т. е. $AI1 \times 0,2 + 400$
ΔA	B001 – аналоговый компаратор (список SF). Установлены порог включения On = 5 и выключения Off = -5. Пороги определяются как разность аналоговых сигналов верхнего (по рисунку) и нижнего входов компаратора
□	B004 – задержка включения/выключения (список SF). При переходе сигнала на входе 0→1 или 1→0 аналогичный переход сигнала на выходе происходит спустя заданный промежуток времени (в данном случае 5 с, установленные в параметрах блока)
&	B002 – функция И (список GF)
Q	Q1 – выход программируемого контроллера (список Co). Контакты выхода управляют нагревателем (лампой)

Работа программы:

- сигнал 0 на входе П1 блокирует работу программы – выход контроллера Q1 находится в состоянии 0 и нагреватель отключен;

- программа переходит в режим регулирования температуры при 1 на входе П1;

- в заданном диапазоне регулирования температуры (40...60 °С) выходное напряжение датчика температуры изменяется от 4,00 В до 6,00 В ((40...60 °С) × 0,1 В/°С). В коммутационной программе данному диапазону напряжений будут соответствовать числа от 400 до 600 на выходе А12;

- сигнал задания температуры на входе контроллера А11 меняется от 0 до 10 В, что соответствует диапазону изменения сигнала 0...1000 на выходе блока А11 коммутационной программы. Аналоговый усилитель (В003) преобразует входной сигнал с диапазоном 0...1000 в сигнал диапазона 400...600, согласованный с диапазоном изменения температуры. Для выполнения этого преобразования в качестве параметров блока аналогового усилителя В003 заданы коэффициент усиления Gain = 0,2 и смещение Offset = 400. Выходной сигнал усилителя вычисляется по формуле $A11 \times \text{Gain} + \text{Offset}$, т. е. $A11 \times 0,2 + 400$;

- аналоговый компаратор (В001) вычисляет разность заданного и измеренного значений температуры. Если разность превышает порог включения (параметр On = 5), то выход компаратора устанавливается в 1. С учетом масштаба аналоговых сигналов в коммутационной программе установленный порог соответствует 50 мВ или 0,5 °С. Спустя 5 с сигнал 1 появляется на выходе блока задержки включения /выключения В004, выходе В002 и Q1. Включается лампа нагрева. Временная задержка введена для исключения многократных включений и отключений лампы при медленном переходе температуры через заданный порог срабатывания;

- когда измеренная температура превышает заданную на величину порога выключения компаратора (параметр Off = -5), выход компаратора переходит в состояние 0. Спустя время задержки блока В004 (5 с) значение 0 устанавливается на выходах В004, В002 и Q1. Лампа нагревателя отключается. При снижении температуры нагреватель вновь включается и т. д.

5.3 Указания по проведению эксперимента

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений.

Включите компьютер. Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1. Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1.

Переведите контроллер в режим отображения «Главного меню» (состояние STOP).

Запустите программу LOGO! Soft Comfort и создайте коммутационную программу. Задайте параметры блоков В001 (On = 5, Off = -5), В003 (Gain = 0,2, Offset = 400), В004 (On = 05:00, Off = 05:00).

Загрузите в контроллер коммутационную программу. Запустите программу на исполнение.

Проверьте состояние кнопки включения/отключения системы (кнопка с фиксацией поста управления А2). Установите её в состояние «замкнуто» – на вход П1 подан высокий уровень, система включена.

Протестируйте работу схемы под управлением контроллера и убедитесь, что система функционирует в соответствии с заданным алгоритмом. При необходимости скорректируйте схему и коммутационную программу. За состоянием входов и выходов удобно следить на экране их состояния (входы I – цифровые, AI – аналоговые, выходы – Q) (переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу, отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

5.4 Содержание отчета

- 1 Наименование и цель работы.
- 2 Перечень применяемой аппаратуры.
- 3 Схема электрических соединений.
- 4 Коммутационная программа и таблица функциональных элементов.

Контрольные вопросы

- 1 В чем преимущества и недостатки импульсного регулирования температуры в климатической камере?
- 2 Как осуществляется регулирование температуры импульсным регулятором?
- 3 Как работает аналоговый компаратор?
- 4 Для чего в коммутационной программе используется логический элемент задержки включения?
- 5 В чем физический смысл параметров Gain и Offset?
- 6 Какую роль в коммутационной программе выполняет аналоговый усилитель?
- 7 Как подобрать датчик для поддержания отрицательной температуры?
- 8 Чем отличаются датчики температуры – металлический терморезистор и полупроводниковый?
- 9 Рассмотренная система регулирования замкнутая или разомкнутая?
- 10 Где еще можно использовать рассмотренную систему регулирования?

6 Лабораторная работа № 6. Система автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока с помощью П- или ПИ-регулятора

Электромобили в настоящее время являются наиболее перспективным направлением в автомобилестроении. Поэтому создание систем управления для таких машин является актуальной задачей. В данной лабораторной работе рассматривается один из вариантов регулирования скорости тягового электродвигателя постоянного тока с помощью П- или ПИ-регулятора.

6.1 Алгоритм работы системы регулирования

Система регулирования скорости тягового электродвигателя постоянного тока поддерживает заданную скорость вращения двигателя с помощью П- или ПИ-регулятора. Требуемая скорость задается переменным резистором поста управления. Кнопки с возвратом включают и отключают систему (см. схему электрических подключений на рисунке 6.1).

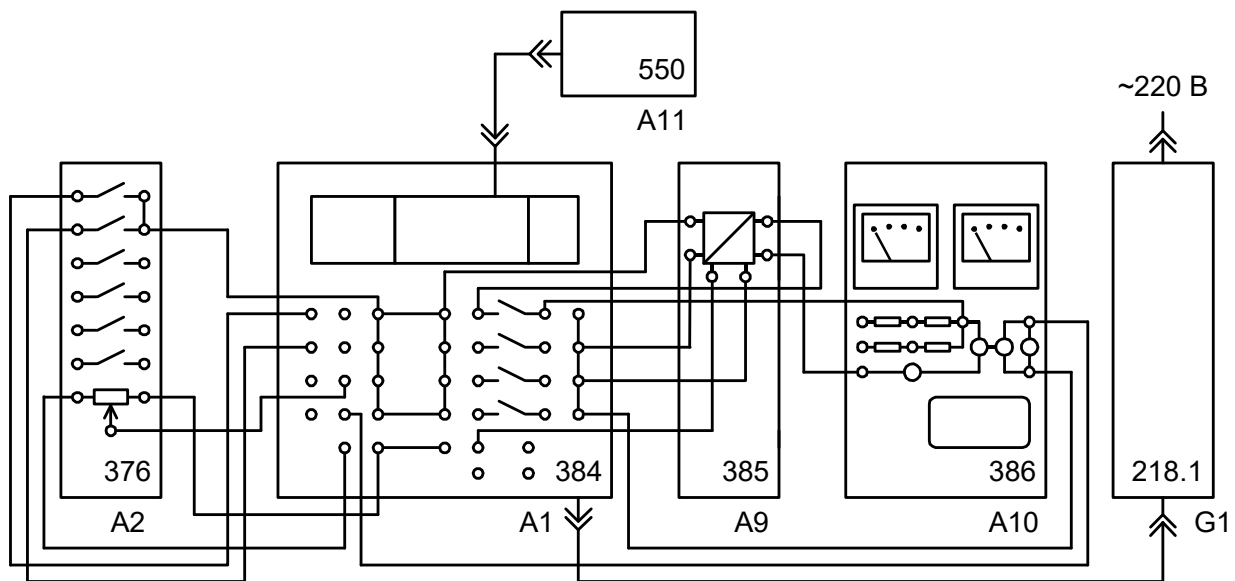


Рисунок 6.1 – Схема электрических подключений

Однофазный источник питания G1 предназначен для безопасного питания блока программируемого контроллера A1.

Кнопки поста управления A2 предназначены для включения /отключения системы и подключены соответственно к входам контроллера I1 и I2.

Переменный резистор в poste управления A2 используется для формирования аналогового сигнала $0 \dots +10$ В, подключенного к входу AI1 (I7) контроллера и задающего скорость вращения двигателя.

Сигнал обратной связи (выход тахогенератора) подключен к входу AI2 (I8) контроллера A1.

Сигнал ПИ(П)-регулятора с аналогового выхода контролера AQ1 (M1) через преобразователь постоянного напряжения А9 поступает в цепь питания двигателя. Преобразователь А9 согласует диапазон выходных напряжений контролера 0...+10 В с напряжением питания двигателя 0...+24 В. Двигатель подключен к выходу преобразователя А9 через контакты выхода Q1 контролера А1. Контакты Q1 размыкаются при нулевом сигнале управления, что исключает вращение двигателя из-за остаточного напряжения на выходе преобразователя А9.

6.2 Коммутационная программа и ее описание

Коммутационная программа системы регулирования скорости тяговых электродвигателей постоянного тока представлена на рисунке 6.2, а в таблице 6.1 приведены базовые и специальные логические функции используемые в этой программе.

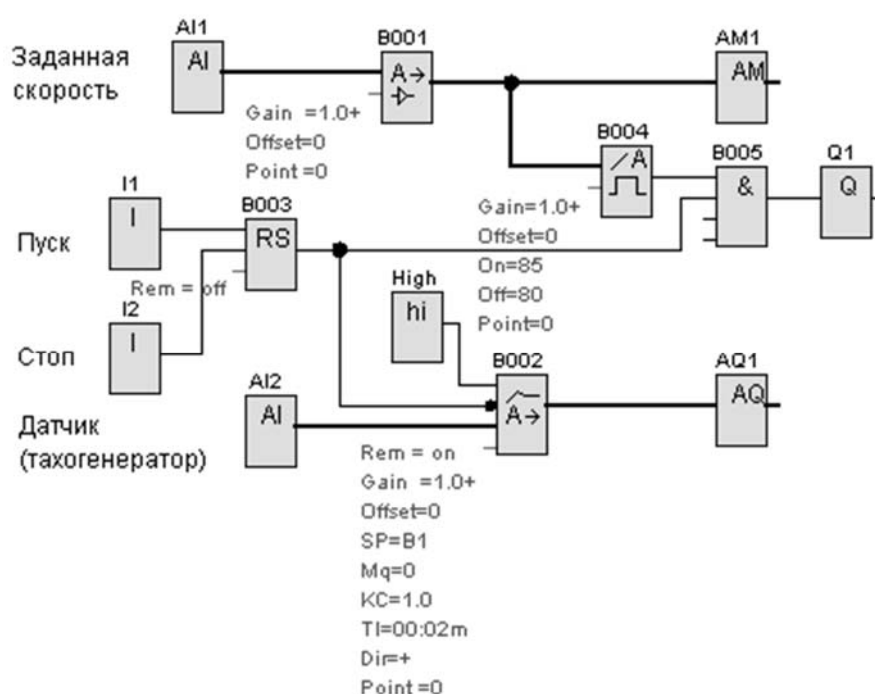











Рисунок 6.2 – Коммутационная программа системы регулирования скорости

Таблица 6.1 – Базовые и специальные логические функции программы

Элемент	Функции элемента
1	2
I	I1, I2 – входы (список Co). Кратковременные импульсы на этих входах управляют соответственно включением/выключением системы
AI	AI1, AI2 (I7, I8) – аналоговые входы контролера А1 (список Co). На вход AI1 подается сигнал задания скорости с переменного резистора (0...+10 В). На вход AI2 – сигнал тахогенератора

Окончание таблицы 6.1

1	2
	V001 – аналоговый усилитель (список SF). Для блока установлен коэффициент усиления Gain = 1 и смещение Offset = 0.
	AM1 – аналоговый флаг (переменная программы, список Co). Необходим для завершения цепочки блоков, не имеющей подключения к выходу контроллера
	V002 – ПИ-регулятор (список SF). Вход сброса (R – второй сверху) инвертирован. При сигнале 0 на входе R регулятор отключен, на его выходе – 0
	Логическая константа 1 (высокий уровень) (список Co)
	AQ1 – аналоговый выход программируемого контроллера (список Co). Напряжение выхода управляет напряжением питания двигателя
	V003 – RS-триггер (список SF). Сигнал S = 1 (верхний вывод) устанавливает 1 на выходе триггера, R = 1 устанавливает 0 на выходе триггера
	V004 – аналоговый пороговый выключатель (список SF). Для блока установлены порог включения On = 85 (0,85 В) и выключения Off = 80 (0,80 В)
	V005 – функция И (список GF)
	Q1 – выход программируемого контроллера (список Co). Контакты выхода Q1 управляют цепью питания двигателя

Работа программы:

– при запуске программы на выходе триггера V003 устанавливается 0. Этот сигнал блокирует работу регулятора V002 – напряжение на аналоговом выходе контроллера AQ1 равно 0. Этот же сигнал устанавливает 0 на выходе V005, и контакты выхода Q1 программируемого контроллера размыкают цепь питания двигателя;

– кратковременное нажатие на кнопку «Пуск» приводит к появлению 1 на входе П1 и установке 1 на выходе триггера V003. Регулятор V002 разблокирован. Сигнал 1 (блок High) на входе А/М V002 задает режим автоматической работы регулятора;

– пока сигнал задания скорости на входе АП1 не превысит 0,85 В, выход аналогового порогового выключателя V004 остается в состоянии 0. Сигнал 0 сохраняется на выходе V005, контакты выхода Q1 разомкнуты и разорвана цепь питания двигателя. Это исключает вращение двигателя за счет постоянного остаточного напряжения на выходе преобразователя А9;

– когда сигнал задания скорости SP превысит порог срабатывания выключателя V004, равный 85 (т. е. 0,85 В), на обоих входах V005 будут установлены 1,

замкнутся контакты Q1 и двигатель будет подключен к выходу преобразователя А9. Система перейдет в режим регулирования скорости;

- сигнал задания скорости на входе контроллера AI1 меняется от 0 до 10 В, что соответствует диапазону изменения сигнала $SP = 0 \dots 1000$ на входе AI1 коммутационной программы. Аналоговый усилитель (B001) с параметрами $Gain = 1$ и $Offset = 0$ не изменяет значения сигнала и необходим лишь для передачи значения SP блоку регулятора B002. Для завершения цепочки блоков AI1, B001 выход усилителя подключен к AM1 (аналоговый флаг);

- напряжение тахогенератора (датчика скорости) поступает на вход контроллера AI2 и передается на вход сигнала обратной связи PV регулятора B002. Напряжение тахогенератора $0 \dots 10$ В преобразуется в контроллере в сигнал с диапазоном $0 \dots 1000$;

- регулятор B002 определяет разность заданного SP и измеренного PV значений скорости и вычисляет выходной сигнал управления двигателем, поступающий на аналоговый выход контроллера AQ1. Заданное значение скорости SP передается в блок регулятора косвенно, как ссылка на номер блока усилителя B001, вычисляющего эту величину (для B002 параметр $SP = B1$);

- параметры регулятора B002 настраиваются согласно рисунку 6.3.

Окно параметров блока открывается двойным щелчком левой кнопки мыши на значке блока в окне диаграммы LOGO!SoftComfort (см. рисунок 6.3).

Для установки «Заданное значение (SP)» необходимо нажать кнопку «Ссылка» в этой строке и выбрать из списка блок B001 (аналоговый усилитель). Для установки параметров регулятора в строке «Наборы параметров» выберите «Настройки пользователя». Рекомендуемые значения параметров для регуляторов различного типа приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Рекомендуемые значения параметров для регуляторов различного типа

Тип регулятора	ПИ	П	И
Усиление КС	1,00	1,00...2,00	0
Время интегрирования TI, с	00:02	99:59	00:02

Для остальных параметров сохранить значения, принятые по умолчанию. Установив параметры, нажать кнопку «Да» внизу окна.

Параметры регулятора могут быть введены и с лицевой панели контроллера как в режиме редактирования программы, так и в режиме ее выполнения RUN. В этом случае для ввода параметров установить курсор на вход Par блока регулятора и нажать ОК. Список параметров регулятора занимает четыре экрана контроллера. Номер экрана отображается в правом верхнем углу. Для перехода между экранами используются кнопки перемещения курсора влево и вправо (◀, ▶).

$SP = B1$ – требуемое значение скорости. Задано как ссылка на номер блока усилителя B1 (т. е. блок B001), вычисляющего это значение.

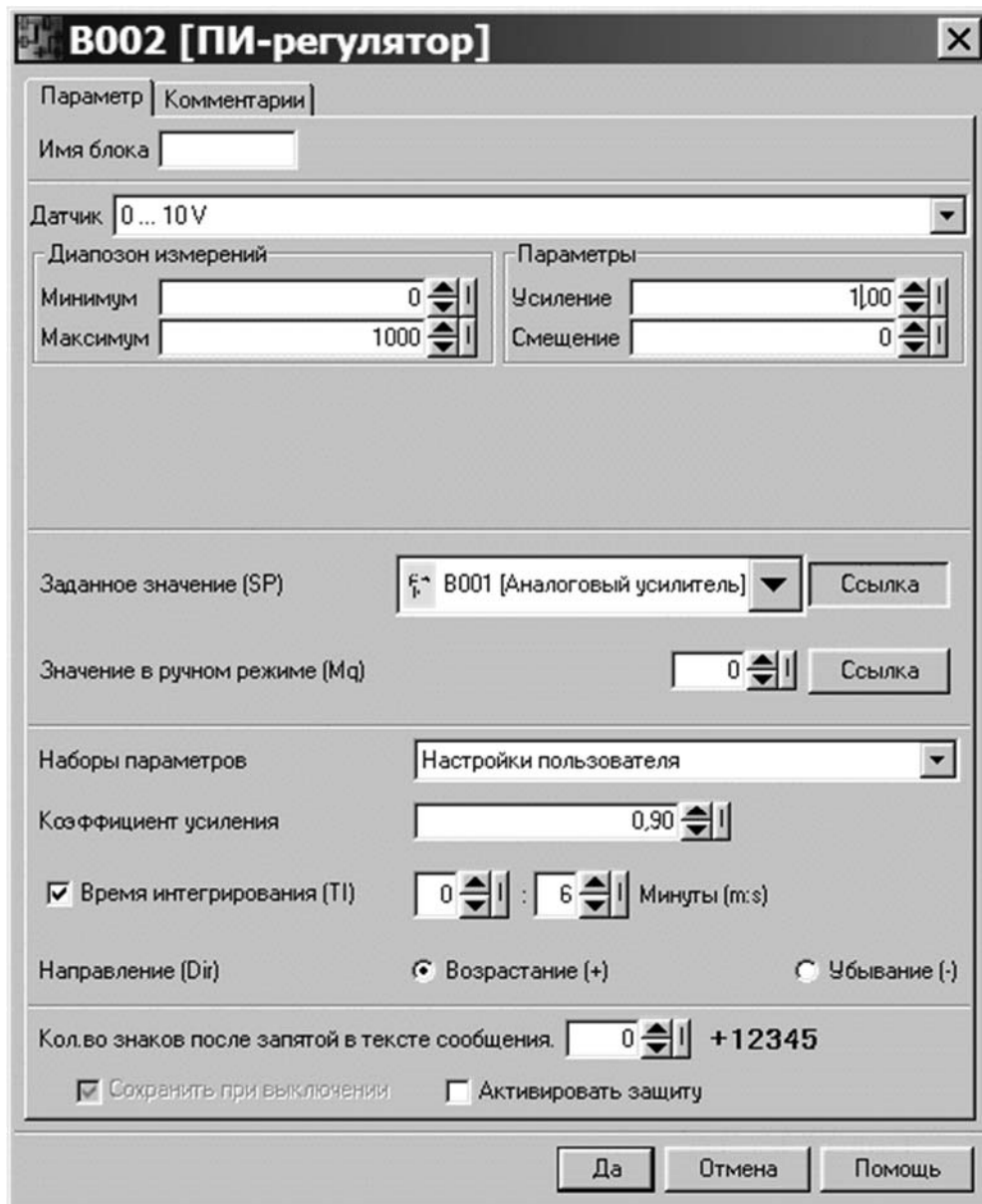


Рисунок 6.3 – Окно установки параметров ПИ-регулятора

КС (Усиление). Коэффициент усиления пропорционального и интегрирующего звеньев одинаков и равен КС. Исключение составляет $КС = 0$. Это значение устанавливается только для пропорционального звена, а для интегрирующего звена – $КС = 1$ (т. е. получаем И-регулятор).

ТI – время интегрирования (мин: с) для И или ПИ-регулятора. Для П-регулятора интегрирующее звено необходимо отключить. Для этого устанавливаем $ТI = 99:59$. Это изменение можно сделать через «Меню параметризации» в режиме RUN (см. далее) или редактированием параметров блока в режиме ввода программы.

Рекомендуемые значения КС и ТI приведены в таблице 6.2.

Dir = +. Направление действия регулятора (+ – выходной сигнал регулятора увеличивается, если текущее значение скорости ниже заданной величины).

$Mq = 0$. Значение сигнала на выходе AQ при ручном режиме ($A/M = 0$). В рассматриваемой программе ручной режим регулятора не используется.

Min = 0. Минимальное значение для PV.

Max = 1000. Максимальное значение для PV.

A (Gain, усиление) = 1,0 +. Усиление PV, равное + 1.

B (Offset, смещение) = 0. Смещение нулевой точки PV.

$p = 0$ – количество знаков после запятой при отображении параметров блока на экране в режиме RUN. В рассматриваемой программе вывод параметров на экран контроллера не предусмотрен.

Параметры A (Gain, усиление) и B (Offset, смещение) используются для пересчета значения PV внутри блока ПИ-регулятора по формуле $PV = Gain \times PV + Offset$. Пересчитанная величина PV сравнивается с заданным значением SP.

Период обновления данных на выходе ПИ-регулятора фиксирован и равен 500 мс;

– кратковременное нажатие на кнопку «Стоп» приводит к появлению 1 на входе I2 и установке 0 на выходе триггера B003 – регулятор B002 заблокирован, система отключена.

6.3 Указания по проведению эксперимента

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания. Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений. Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1. Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1.

Переведите контроллер в режим отображения «Главного меню» (состояние STOP).

Загрузите или введите в контроллер коммутационную программу «Lab 2.12». Задайте параметры блоков B001 (Gain = 1, Offset = 0), B004 (Gain = 1, Offset = 0, On = 85, Off = 80) и B002 (см. выше описание программы). Запустите программу на исполнение (пункт Start «Главного меню»).

Протестируйте работу схемы под управлением контроллера и убедитесь, что система функционирует в соответствии с заданным алгоритмом.

Кратковременно нажмите кнопку «Пуск» (верхняя кнопка с возвратом поста управления A2). Система включена.

Заданное и фактическое значения скорости отображаются на экране состояния аналоговых входов AI «Меню запуска» (рисунок 6.4). Для перехода к указанному экрану в режиме исполнения программы RUN нажмите кнопку управления курсором на корпусе контроллера (►) до появления экрана состояния входов AI1, AI2.

В строке 1: на экране отображается напряжение на входе задания скорости AI1 (0...+10 В), умноженное на 100, т. е. диапазон значений AI1 = 0...1000. В строке 2: отображается напряжение на входе AI2, т. е. напряжение на выходе тахогенератора, пропорциональное текущему значению скорости двигателя. Это значение также умножено на 100, т. е. 00504 на рисунке соответст-

вует 5,04 В. Разность этих значений характеризует работу регулятора и всей системы в целом.

A I :					
1 :	0	0	6	0	0
2 :	0	0	5	0	4
3 :	0	0	0	0	0

Рисунок 6.4 – Экран состояния входов меню запуска

Задайте необходимые параметры и проверьте работу системы с ПИ- или П-регулятором. Рекомендуемые значения параметров для регуляторов различного типа приведены в таблице 6.2.

Параметры регулятора могут быть изменены в режиме исполнения программы RUN. Предварительно уменьшите сигнал задания скорости до 0 (резистор поста управления А2 повернуть против часовой стрелки до упора).

В «Меню запуска» нажать Esc, перейти к «Меню параметризации», выбрать пункт Set Param и нажать ОК.

Выбрать номер блока стрелками движения курсора вверх/вниз. По достижении экрана требуемого блока нажать кнопку ОК.

Перемещение от параметра к параметру в пределах экрана (экранов) производится стрелками движения курсора влево/вправо, изменение значения параметра – стрелками вверх/вниз.

Для выхода из режима изменения параметров с сохранением нового значения нажать ОК. Выход без сохранения измененных значений – Esc.

По окончании редактирования параметров несколько раз нажмите Esc до появления «Меню запуска».

При необходимости скорректируйте схему и коммутационную программу. За состоянием входов и выходов удобно следить на экране их состояния (входы I – цифровые, AI – аналоговые, выходы – Q) (переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу (ESC>Stop>Yes), отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

6.4 Содержание отчета

- 1 Наименование и цель работы.
- 2 Перечень применяемой аппаратуры.
- 3 Схема электрических соединений.
- 4 Коммутационная программа и таблица функциональных элементов.

Контрольные вопросы

- 1 В чем сложность регулирования скорости электродвигателей постоянного тока?
- 2 Как осуществляется регулирование скорости ПИ-регулятором?
- 3 Напишите уравнение ПИ-регулятора.
- 4 Пропорциональная и интегральная части регулятора соединены последовательно или параллельно?
- 5 В чем физический смысл постоянной времени интегрирования?
- 6 Будет ли ПИ-регулятор при последовательном соединении П- и И-частей?
- 7 Изобразите переходную характеристику ПИ-регулятора.
- 8 Что дает введение интегральной составляющей в закон регулирования?
- 9 Рассмотренная система регулирования замкнутая или разомкнутая?
- 10 Где еще можно использовать рассмотренную систему регулирования?

7 Лабораторная работа № 7. Система автоматического динамического торможения двигателя постоянного тока в функции скорости

Режим торможения двигателем в автомобилях, оснащенных двигателями внутреннего сгорания, осуществляется в основном за счет сил трения и сил сопротивления сжатию воздуха в цилиндрах двигателя при прекращении подачи топлива. В электромобилях условия иные, что требует и иных подходов к управлению данным режимом. Один из вариантов реализации режима управления торможением двигателя рассмотрен в лабораторной работе № 7.

7.1 Алгоритм работы системы динамического торможения

При сбросе педали управления скоростным режимом двигателя срабатывает конечный выключатель (вторая кнопка с возвратом), которая отключает двигатель от источника тока (+10 В) и сразу шунтирует цепь якоря двигателя резистором (в данном случае сопротивлением 120 Ом). На этом резисторе происходит утилизация кинетической энергии движения автомобиля и превращение ее в тепловую. При снижении скорости двигателя до заданной величины шунтирование прекращается. Двигатель вновь (кнопкой с возвратом) подключается к источнику тока (+10 В). Схема электрических соединений, реализующая систему автоматического динамического торможения двигателя постоянного тока в функции скорости, представлена на рисунке 7.1.

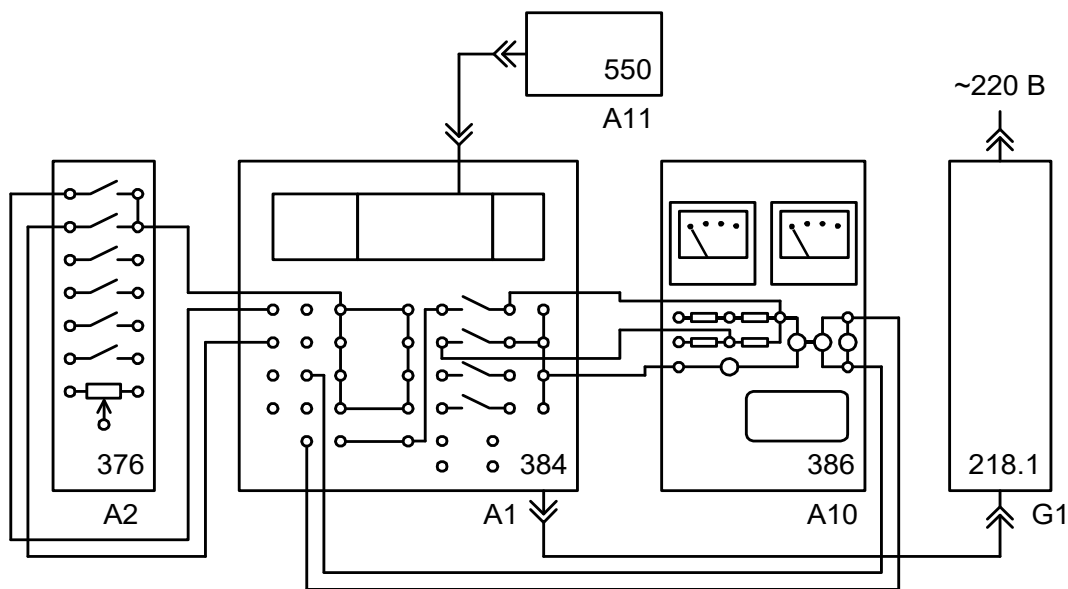


Рисунок 7.1 – Схема электрических соединений системы управления

Однофазный источник питания G1 предназначен для безопасного питания блока программируемого контроллера A1.

Верхняя кнопка с возвратом поста управления А2, подключенная ко входу I1 контроллера, предназначена для включения системы. Вторая сверху кнопка с возвратом А2 (вход контроллера I2) – для отключения.

Аналоговый вход контроллера подключен к тахогенератору блока А10.

Контакт выхода Q1 программируемого контроллера А1 подключает двигатель к источнику питания +10 В.

При отключении двигателя контакт Q2 контроллера шунтирует цепь якоря двигателя резистором 120 Ом. При снижении скорости двигателя до заданного уровня цепь шунтирующего резистора размыкается.

7.2 Коммутационная программа и ее описание

Коммутационная программа автоматической системы динамического торможения двигателя постоянного тока в функции скорости представлена на рисунке 7.2, а описание состава ее логических элементов дано в таблице 7.1.

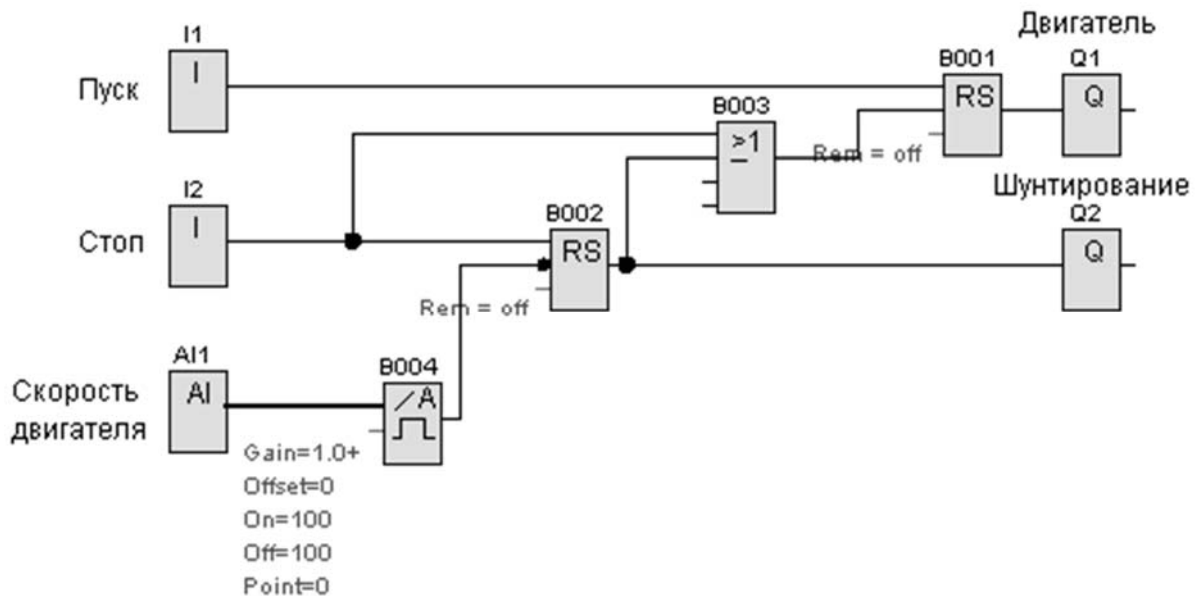





Рисунок 7.2 – Коммутационная программа системы динамического торможения

Таблица 7.1 – Логические элементы коммутационной программы

Элемент	Функция элемента
1	2
I	I1, I2 – входы (список Co). Кратковременные импульсы на этих входах управляют соответственно включением/выключением системы
AI	AI1, (I7) – аналоговый вход контроллера А1 (список Co). На вход AI1 поступает сигнал тахогенератора
RS	B001, B002 – RS-триггеры (список SF), переключаемые импульсными сигналами. Сигнал S = 1 (верхний вывод) устанавливает 1 на выходе триггера, R = 1 устанавливает 0 на выходе триггера. При S = R = 1 на выходе триггера 0

Окончание таблицы 7.1

1	2
	В004 – аналоговый пороговый выключатель (список SF). Для блока установлены одинаковые пороги включения/выключения (On/Off), равные 100. Это соответствует напряжению 1,00 В на выходе тахогенератора. При превышении входным аналоговым сигналом порога включения On на выходе блока появляется 1. Сигнал 1 сохраняется на выходе до тех пор, пока входной сигнал не опустится ниже порога выключения блока (Off)
	В003 – функция ИЛИ (список GF)
	Q1, Q2 – выходы программируемого контроллера (список Co). Контакты выхода Q1 управляют цепью питания двигателя, Q2 – цепью шунтирования якоря двигателя

Работа программы:

- после запуска программы выход триггера В001 находится в состоянии 0, разомкнут контакт выхода контроллера Q1 и разорвана цепь питания двигателя. Двигатель остановлен, напряжение на выходе тахогенератора и сигнал на аналоговом входе АП1 равны 0. Сигнал АП1 ниже порога включения В004. Сигнал 0 с выхода В004 поступает на инвертированный вход R триггера В002 и выход триггера сохраняется в состоянии 0 независимо от сигнала S этого триггера. Сигнал 0 на выходе В002 размыкает контакт Q2 цепи шунтирования двигателя;
- кратковременное нажатие на кнопку «Пуск» приводит к появлению 1 на входе П1. Этот сигнал переключает триггер В001 в состояние 1, замыкаются контакты Q1 и двигатель подключается к источнику питания;
- пока напряжение на выходе тахогенератора ниже порога включения В004 (On = 100, т. е. 1 В), двигатель может быть немедленно отключен нажатием на кнопку «Стоп»: сигнал с входа I2 проходит через В003 и устанавливает 0 на выходе триггера В001 и выходе контроллера Q1;
- после разгона двигателя напряжение на выходе тахогенератора превысит порог включения В004 (On = 100). Сигнал 1 на выходе В004 снимет блокировку с инвертированного входа R триггера В002;
- кратковременное нажатие на кнопку «Стоп» и появление 1 на входе I2 устанавливает выход триггера В002 в 1. Этот же сигнал через блок В003 поступает на вход R триггера В001 и устанавливает его выход в 0. Контакт выхода контроллера Q1 разомкнут и питание двигателя отключено. Контакт Q2 замкнут: шунтирующий резистор подключен;
- когда напряжение тахогенератора на входе АП1 станет ниже порога выключения В004 (Off = 100, т. е. 1 В), сигнал 0 с выхода В004 поступит на инвертированный вход R триггера В002, и переключит его выход в состояние 0. Разомкнется контакт Q2 в цепи шунтирующего резистора. Цепь вернется в исходное состояние, соответствующее пункту 1.

7.3 Указания по проведению эксперимента

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания. Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений. Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1.

Переведите контроллер в режим отображения «Главного меню» (состояние STOP).

Загрузите или введите в контроллер коммутационную программу «Lab 2.11». Для блока В004 (аналоговый пороговый выключатель) задайте пороги включения и выключения $On = 100$ и $Off = -100$. Запустите программу на исполнение (пункт Start «Главного меню»).

Протестируйте работу схемы под управлением контроллера и убедитесь, что система функционирует в соответствии с заданным алгоритмом. Верхняя кнопка поста управления А2 (376) соответствует кнопке «Пуск», а вторая сверху – «Стоп». Оцените работу схемы и программы при ошибочных действиях оператора: одновременном нажатии обеих кнопок в различных режимах работы схемы, многократных нажатиях одной из кнопок в различных режимах и т. п. При необходимости скорректируйте схему и коммутационную программу. За состоянием входов и выходов удобно следить на экране их состояния (входы I – цифровые, AI – аналоговые, выходы – Q) (переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу (ESC>Stop>Yes), отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

7.4 Содержание отчета

- 1 Наименование и цель работы.
- 2 Перечень применяемой аппаратуры.
- 3 Схема электрических соединений.
- 4 Коммутационная программа и таблица функциональных элементов.

Контрольные вопросы

- 1 В чем преимущества и недостатки электромобилей?
- 2 Чем динамическое торможение автомобиля отличается от служебного?
- 3 Включение системы динамического торможения целесообразно осуществлять при сбросе педали «газа», или при легком нажатии на педаль тормоза?
- 4 Экономичен ли способ торможения двигателя посредством шунтирования?
- 5 Какой более экономичный метод торможения электродвигателя Вы знаете?
- 6 Имеет ли обратную связь данная система автоматического управления?
- 7 Какую роль в рассматриваемой системе играет тахогенератор?

8 Каким еще датчиком можно измерить скорость двигателя?

9 Какой специальный логический элемент может быть использован при определении скорости электродвигателя импульсным методом?

10 Где еще можно использовать рассмотренную систему регулирования?

8 Лабораторная работа № 8. Система автоматического переключения передач гидромеханической трансмиссии

Используя наработки, полученные при решении фрагментов системы автоматического управления гидромеханической системой, и навыки работы с коммутационными программами создать коммутационную программу для контроллера LOGO по управлению процессом переключения передач гидромеханической трансмиссии при заданной разнице сигнала частоты вращения коленчатого вала двигателя Ax и положения электронной педали подачи топлива (например, в 3В) с защитой от переходного процесса в течение, например, 5 с.

Учесть, что при достижении порогового значения разности частоты вращения двигателя и положения электронной педали газа выключение передачи должно сопровождаться сбросом газа и задержкой времени включения последующей передачи, после чего произвести увеличение газа до некоторого порогового значения.

8.1 Порядок выполнения работы

Рассчитать параметры (интервал времени и пороговые значения числа импульсов) системы управления педалью акселератора для выравнивания скорости автомобиля при переключении передач со скоростного режима работы двигателя от 1800 до 1400 мин⁻¹, если импульсный датчик частоты вращения двигателя установлен напротив зубчатого венца маховика двигателя, имеющего 150 зубьев.

8.2 Указания по проведению эксперимента

Созданную программу проверить на работоспособность в режиме эмуляции.

8.3 Содержание отчета

- 1 Наименование и цель работы.
- 2 Расчет параметров системы управления.
- 3 Коммутационная программа.
- 4 Таблица использованных функциональных элементов.

Контрольные вопросы

- 1 Какие требования предъявляются к гидромеханическим передачам при переключении ступеней?
- 2 Зачем необходимо при выключении предыдущей передачи сбрасывать педаль подачи топлива двигателю?
- 3 С какой целью осуществляется задержка времени включения последующей передачи?
- 4 Какой тип датчиков частоты вращения валов необходимо использовать в данной системе управления?
- 5 По какому критерию можно оценить качество процесса переключения ступени в коробке передач (резкость включения, затянутость включения)?
- 6 Можно ли с таким набором датчиков информации осуществить диагностику фрикционов по критерию буксования при передаче больших вращающих моментов?