MOELLER

EASY

ЭТО ПРОСТО

ОДЕССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
С КОМПЬЮТЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

О.А. АНДРЮШЕНКО, В.А. ВОДИЧЕВ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ РЕЛЕ СЕРИЙ EASY И MFD-Titan

Одесский национальный
политехнический университет
Кафедра электромеханических систем
с компьютерным управлением

ДП «Моэллер Электрик»

О.А.Андрющенко, В.А.Водичев

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ РЕЛЕ СЕРИЙ EASY И MFD-Titan

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕЛЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ИХ ОСНОВЕ

Издание 2-е исправленное

Одесса
2006

Рецензенты:
доктор технических наук, профессор Ситников В.С.,
профессор Одесского национального политехнического университета;
кандидат технических наук, доцент Онищенко О.А.,
доцент Одесской государственной академии холода

Рекомендовано ученым советом Одесского национального политехнического университета в качестве учебного пособия для студентов специальностей 7.092203 «Электромеханические системы автоматизации и электропривод», 7.091503 «Специализированные компьютерные системы»
Протокол №1 от 30.08.2006г

Андрющенко О.А., Водичев В.А.
Электронные программируемые реле EASY и MFD-Titan. Украина, Одесса, 2006г. 223 с.
Изложены основы программирования электронных реле корпорации Moeller моделей EASY и MFD-Titan и их применения для управления различными рабочими машинами промышленного и бытового назначения.

© Авторы, 2006

Андрющенко Олег Андреевич
доктор технических наук, профессор, директор института электромеханики и энергоменеджмента Одесского национального политехнического университета, председатель Одесского областного отделения Украинской ассоциации инженеров-электриков.

Водичев Владимир Анатольевич
доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой электромеханических систем с компьютерным управлением Одесского национального политехнического университета, научный руководитель семинара «Проблемы цифрового управления вентильными электроприводами и системы оптимизации технологических процессов» научного совета Национальной академии наук Украины по комплексной проблеме «Научные основы электроэнергетики»

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6
1. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ДИСКРЕТНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ9
1.1. Основные понятия 7
1.2. Синтез комбинационных автоматов 12
1.3. Синтез последовательностных автоматов 17
1.4. Применение программируемых реле для реализации дискретных автоматизированных устройств 21

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СЕРИЙ EASY800 И MFD-Titan
2.1. Общий обзор 23
2.2. Расшифровка типоисполнения 24
2.3. Функциональные возможности и основные параметры 24
2.4. Аксессуары (Принадлежности) 25
2.5. Монтаж и условия эксплуатации 26
2.6. Техническая документация 26

3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПРОГРАММИРУЕМЫМИ РЕЛЕ
3.1. При работе в действующей установке 26
3.2. При проведении проектных работ и модернизации 27

4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ РЕЛЕ
4.1. Общий вид реле EASY800 28
4.2. Присоединение источника питания и цифровых входов 29
4.2.1. Входные цепи переменного напряжения 29
4.2.2. Входные цепи постоянного напряжения 31
4.3. Присоединение аналоговых входов 32
4.4. Присоединение выходных цепей EASY 36
4.4.1. Релейные выходы 36
4.4.2. Транзисторные выходы 36
4.4.3. Аналоговый выход 38
4.5. Входы и выходы модулей расширения 38
4.6. Входы и выходы при работе в информационной сети 38

5. ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
5.1. Меню программируемого реле 40
5.2. Работа с курсором 43
5.3. Работа со схемой соединений 44
5.4. Тестирование схемы соединений 47
5.5. Меры против дребезга контактов 47
5.6. Особенности применения Р-кнопок 48
5.7. Сохранение и загрузка программы с помощью внешних устройств 49

6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЛЕ И МОДУЛИ
6.1. Функциональные реле 50
6.1.1. Катушка с функцией замыкателя (реле, контактор) 51
6.1.2. Импульсное реле 51
6.1.3. Реле с механической блокировкой (реле с защелкой) 51
6.1.4. Особенности применения функций S и R 52
6.1.5. Инверсная функция замыкателя (негативная катушка) 52
6.1.6. Реле с включением по переднему фронту импульса 53
6.1.7. Реле с включением по заднему фронту импульса 53
6.1.8. Особенности применения реле с включением по заданному фронту 54
6.1.9. Реле – маркеры 54

6.2. Функциональные модули 54
6.2.1. Меню параметров функциональных модулей 57
6.2.2. Аналоговый компаратор 58
6.2.3. Арифметический модуль 61
6.2.4. Модуль логических (Булевых) операций 63
6.2.5. Счетчики 65
6.2.6. Быстрые счетчики 68
6.2.6.1. Счетчики частоты 69
6.2.6.2. Быстрые счетчики 72
6.2.6.3. Быстрый счетчик приращения кодированной величины (счетчик приращения) 74
6.2.7. Цифровой компаратор 77
6.2.8. Модуль вывода текста 78
6.2.9. Модуль данных 79
6.2.10. Модуль получения информации (GET) 80
6.2.11. Таймеры 81
6.2.11.1. Семидневный таймер 82
6.2.11.2. Двенадцатимесячный таймер 85
6.2.12. Модули перехода (Jump) 88
6.2.13. Модуль «Мастер сброса» 90
6.2.14. Счетчик часов работы (Счетчик ресурса) 91
6.2.15. Модуль вывода данных в сеть (PUT) 92
6.2.16. Модуль установки даты/времени 93
6.2.17. Реле времени 93
6.3.Настройки EASY800 96
6.3.1. Защита с помощью пароля 96
6.3.2. Изменение параметров функциональных модулей 97
6.3.3. Установка даты, времени и сезонного переключения времени 97
6.3.4. Запрет начала работы (запуска) в режиме RUN 98
6.3.5.Режим запуска от карты памяти 98
6.3.6. Подсветка Ж-К дисплея 98
6.3.7. Сохранение текущих данных и настроек (Retention) 99
6.3.8. Защита выходных цепей реле от коротких замыканий и перегрузки 99
6.3.9.Контроль состояния модулей расширения 100
6.4. Особенности устройства и работы многофункционального дисплея MFD-Titan 101
6.4.1. Лицевая панель и кнопки управления реле 103
6.4.2. Расшифровка типоисполнения 103
6.4.3. Меню MFD-Titan 104
6.4.4. Режимы работы MFD-Titan 104
6.4.4.1.Режим TERMINAL MODE 104
6.4.4.2. Режим COM-LINK 105
6.5. Функциональные модули MFD-Titan 105
6.5.1. Модуль компаратора данных 105
6.5.2. Модуль трансляции данных 107
6.5.3. Модуль широтно-импульсного (ШИМ) преобразования 108
6.5.4. Модуль ПИД регулятора 110
6.5.5. Модуль сглаживающего фильтра 114
6.5.6. Модуль масштабирования 116
6.5.7. Модуль числовых преобразований 118
6.5.8. Модуль ограничения величины 119
6.5.9. Модуль установки времени цикла 121

7. ИНФОРМАЦИОННАЯ СЕТЬ EASY-NET.
РАБОТА РЕЛЕ EASY В ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ
7.1. Введение в информационную сеть EASY NET 122
7.2. Соединения в рабочей сети NET 122
7.3. Топология, адресация и функционирование NET 123
7.4. Конфигурирование сети NET 127
7.4.1. Меню параметров NET PARAMETERS 127
7.4.2. Состояние сети, CONFIGURE 130
7.5. Типы сообщений станций 130
7.6. Принципы перегрузки данных 131
7.7. Индивидуальные «знаки наличия» и диагностика 131
7.8. Надежность передачи данных в сети 132

8. ПРОГРАММИРОВАНИЕ РЕЛЕ EASY С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «EASY-Soft»
8.1 Этапы разработки программы 133
8.1.1 Конфигурация проекта 133
8.1.2 Схема соединений 136
8.1.3 Визуализация 143
8.1.4 Имитация 153
8.1.5 Установка связи с устройством (Коммуникация) 158
8.1.6 Документация проекта 160
8.2. Сетевой проект 160
8.3 Конфигурация и связь сети NET 168

9. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
9.1. Лабораторная работа № 1. Основы программирования в среде EASY-SOFT 172
9.2. Лабораторная работа № 2. Управление пуском асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при переключении схемы соединения обмотки статора со «звезды» на «треугольник» 176
9.3. Лабораторная работа № 3. Управление освещением на лестничных клетках трехэтажного дома 178
9.4. Лабораторная работа № 4. Управление пуском и торможением двигателей постоянного и переменного тока в функции времени 181
9.5. Лабораторная работа № 5. Автоматизация конвейерной линии 185
9.6. Лабораторная работа № 6. Управление грузовым подъемником 188
9.7. Лабораторная работа № 7. Система управления шлагбаумом на платной автостоянке 191
9.8. Лабораторная работа № 8. Формирование по заданному закону во времени аналогового сигнала задания скорости для регулируемого электропривода 194
9.9. Лабораторная работа № 9. Управление последовательным плавным пуском двух асинхронных двигателей от одного преобразователя частоты 198
9.10. Лабораторная работа № 10. Автоматическое управление дверями (ролетами) подземного гаража 202
9.11. Лабораторная работа № 11. Система управления последовательным пуском и остановкой трех конвейерных лент зернового перегружателя 207
9.12. Лабораторная работа № 12. Система циклового программного управления промышленным роботом 212

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 218
ПРИЛОЖЕНИЕ 219

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных путей повышения производительности применяемых в промышленности рабочих машин, улучшения качественных показателей выпускаемой продукции и снижения энергопотребления является применение средств автоматизации оборудования. Эти средства не только повышают эффективность производства, но также освобождают человека от утомляющей его работы по контролю состояния технологического процесса и формированию управляющих воздействий на исполнительные органы рабочих машин. Средства автоматизации также облегчают быт человека, создавая ему множество дополнительных удобств в его доме или квартире. Применение микропроцессоров и микроконтроллеров в системах управления настолько повысило их потенциальные возможности, что в настоящее время их считают обладающими элементами интеллекта человека.

Разработчики и производители современных средств автоматизации идут по пути унификации, изготавливая устройства управления различным оборудованием одинаковыми. Эти устройства могут быть использованы для различных применений путем их программирования, т. е. разработки и внесения в память этих устройств соответствующих управляющих программ. В ряду таких устройств особое место занимают электронные программируемые реле, или, как их еще называют, интеллектуальные реле. Они также могут быть названы программируемыми контроллерами «облегченного» типа, в том смысле, что программирование этих устройств может быть легко освоено человеком со средним специальным техническим образованием. Вероятно поэтому немецкая электротехническая компания «Moeller» и назвала серию своих программируемых реле «EASY», что в переводе означает «легко».

При использовании программируемых реле изменяются подходы и даже идеология процесса проектирования. Традиционный подход заключается в разработке специализированных регуляторов системы автоматического управления при оптимальном сочетании ее сложности и стоимости с качеством выполнения заданных функций. Новые подходы, при сохранении общей цели, отличаются тем, что в руки проектировщика даются более мощные, с широкими возможностями, управляющие устройства, которые могут реализовать заданные функции программно, практически без увеличения стоимости всей системы управления. Более того, эти новые возможности побуждают проектировщика «включать» свою фантазию, и направлять ее на разработку более совершенных алгоритмов и программ управления, чем улучшать качество жизни человека на производстве и в быту.

Предлагаемое учебное пособие знакомит читателя с основами программирования реле «EASY» и их применения для управления различными рабочими машинами промышленного и бытового назначения. Пособие написано на кафедре электромеханических систем с компьютерным управлением Одесского национального политехнического университета и предназначено для обучения студентов специальностей электротехнического и электромеханического профиля, специальностей, связанных с компьютерными системами автоматизации, а также слушателей курсов повышения квалификации по разработке и применению современных средств автоматизации.Пособие содержит элементы технического описания электронных программируемых реле, однако оно не заменяет технического описания фирмы – изготовителя. В необходимых случаях с этим описанием следует ознакомиться.

Авторы выражают благодарность ДП «Моэллер Электрик» (г. Киев) за предоставленную возможность использования в своей работе программного обеспечения, технической информации, фотографий и документации корпорации Моэллер для обеспечения учебного процесса по подготовке специалистов в области электромеханических и электронных систем автоматизации.

1. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ДИСКРЕТНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ

1.1. Основные понятия

Под дискретным автоматизированным устройством понимают управляющее устройство, осуществляющее переработку априорной и текущей информации в управляющую, причем носителями всех перечисленных составляющих информации являются дискретные по уровню и во времени сигналы. Это означает, что состояние сигнала каждого входа (выхода) автоматизированного устройства характеризуется двумя уровнями: минимальным, условно обозначаемым **0**, и максимальным, обозначаемым **1**. При наличии нескольких входов (выходов) комбинацию минимальных и максимальных (нулевых и единичных) уровней можно воспринимать двояко: как наличие или отсутствие на каждом входе (выходе) задающего или командного сигнала, поступающего на какой-либо исполнительный элемент; как кодовую комбинацию, обозначающую, например, двоичное число, количество разрядов n которого равно количеству входов (выходов). Следовательно, можно говорить о многоуровневом выходном сигнале с числом уровней $M = 2^n$.

В первом случае дискретное логическое автоматизированное устройство решает задачи логического анализа ситуации, определяемой рядом действующих или отсутствующих факторов, во втором — арифметическое устройство осуществляет преобразование информации путем выполнения арифметических операций над числами. Как логические, так и арифметические устройства реализуются применением ограниченного числа типовых элементарных операций над дискретными сигналами и сходных методов синтеза и анализа.

Дискретные управляющие устройства бывают комбинационными и последовательностными. Первые характерны тем, что комбинация состояний выходных сигналов в данном такте однозначно определяется комбинацией входных сигналов в этом же такте времени. Комбинационные автоматы называют также автоматами с нулевой памятью. У последовательностных автоматов комбинация состояний выходов зависит не только от комбинации состояний входов в данном такте, но и от того, какими были комбинации состояний входов в предыдущих тактах. Их называют также автоматами с ненулевой памятью, так как для выработки своих выходных (управляющих) сигналов они должны не только «знать», что сейчас (в данном такте) происходит на входе, но и «помнить», что было раньше. Последовательностные автоматы отличаются от комбинационных также наличием обратных связей, по которым на входы автомата подаются сигналы, соответствующие состоянию выходов в предыдущем такте.

По характеру реакции на входное воздействие различают асинхронные автоматы, у которых изменение состояния выходов происходит сразу после изменения входных, и синхронные, у которых изменение выходов происходит лишь в том случае, если после изменения входных сигналов поступит синхронизирующий сигнал, разрешающий преобразование.

Многие механизмы промышленного и бытового назначения работают циклически. Циклом работы оборудования называют совокупность элементарных рабочих и вспомогательных операций, называемых этапами цикла, осуществляемых в определенной последовательности, необходимой для выполнения оборудованием рабочих функций. Этап цикла — это простейшая, нерасчленяемая часть цикла. В течение отработки этапа цикла не происходит никаких измене-

ний (включений или отключений) в действии или состоянии рабочих и вспомогательных органов оборудования. Этап цикла также часто называют тактом работы схемы (термин «такт работы схемы» полностью эквивалентен термину «этап цикла», но его используют в теории релейных схем). Этапы цикла: элементарные движения рабочих и вспомогательных органов оборудования, включения или отключения нагрева (охлаждения) до достижения определенной рабочей температуры, выдержки времени и т. п. Этапы цикла характеризуются параметрами, к которым относятся направление и скорость перемещения, включение или отсутствие включения элементов электрооборудования.

При синтезе принципиальных схем управления электроавтоматикой этих механизмов требуется привести заданные условия работы механизма к виду, удобному для анализа. При решении этой задачи применяют циклограммы и диаграммы работы, операторы состояний и событий, карты и таблицы состояний, таблицы включений. Каждый из этих способов имеет преимущества и недостатки.

На *рис. 1.1,а ... г* приведены некоторые способы графической формализации условий работы следующего цикла:

- задание на включение цикла (кнопка «Цикл»);
- быстрое перемещение механизма вправо до датчика Д1;
- медленное перемещение вправо до датчика Д2;
- быстрое перемещение влево в исходную точку до датчика Д3.

Выбор способа графической формализации часто зависит от субъективных причин. Способ начертания циклограммы должен быть простым и наглядным, при необходимости учитывать временные задержки, влияние фронтов включения и выключения и быть удобным для анализа.

Наиболее полно этим требованиям отвечает циклограмма, приведенная на *рис. 1.1,е.* В простых случаях можно применять диаграмму *(рис. 1.1, д),* а также таблицы состояний.

Главным для построения циклограммы *(рис. 1.1,е)* является последовательность работы во времени командных (кнопок, тумблеров и т. д.), исполнительных (управляющих электродвигателями, электромагнитами, муфтами и т. д.) и контролирующих (датчиков, реле давления и т. д.) элементов. При необходимости в исходную циклограмму добавляют промежуточные и временные сигналы.

На оси ординат циклограммы показывают сигналы, поступающие от указанных элементов механизма, в порядке их появления при работе механизма с начала цикла, а на оси абсцисс — время в безразмерном масштабе. На циклограмме изображается факт наличия сигнала (высокий уровень с произвольной амплитудой) или его отсутствия (нулевой уровень).

Воздействие сигналов друг на друга изображают стрелкой, направленной от переднего или заднего фронта управляющего сигнала к управляемому. Время выполнения какой-либо операции, а также временные задержки показывают горизонтальной линией произвольной длины, начинающейся от командного сигнала, с переходом в вертикальную стрелку в конце операции. Наклон фронтов сигналов может быть произвольным, однако для наглядности чтения циклограммы рекомендуется наклон 60°.

Циклограмма является основой для описания условий работы механизма или типовой схемы, поэтому для упрощения синтеза электроавтоматики входным, промежуточным и выходным сигналам присваивают легко запоминающиеся обозначения. Сигналы, изображенные на циклограмме, можно рассматри-

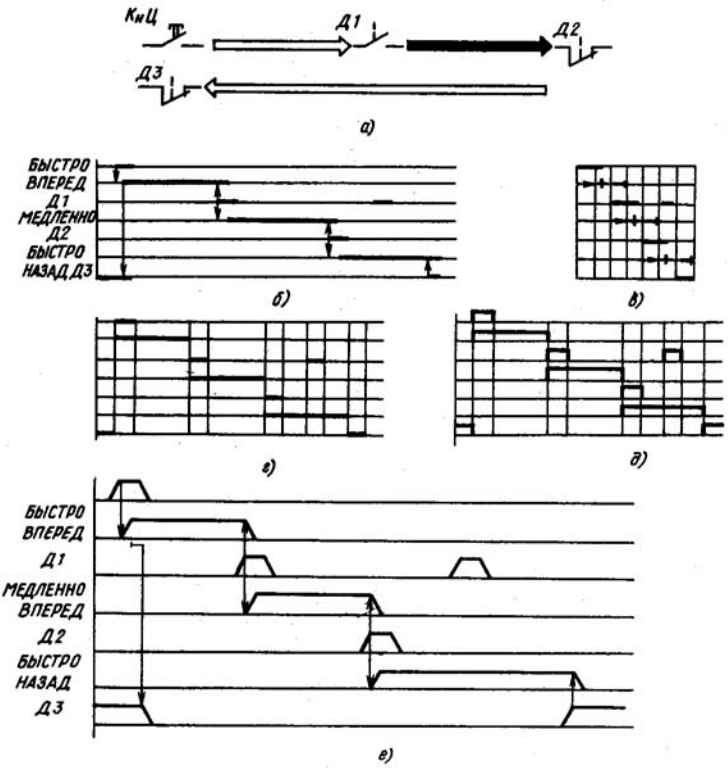


Рис. 1.1. Виды циклограмм

вать как логические переменные и описать выходные переменные через входные уравнениями алгебры логики.

Подобно тому, как выполняются различные операции между числами и буквенными символами в обычной алгебре, можно совершать математические операции над словесными высказываниями. Наука, занимающаяся исчислением высказываний, называется математической логикой. Из математической логики можно выделить часть, которая занимается изучением математических связей только между двумя высказываниями: «истинно» (1, включено, да) и «ложно» (0, отключено, нет). Эту часть принято называть алгеброй логики. В алгебре логики с переменными можно выполнять операции сложения (или), умножения (и), инверсии (не). Можно составить следующие логические равенства и правила:

$$\bar{1}=0;\quad \bar{0}=1;\quad 0+0=0;\quad 1+1=1;\quad 0+1=1;\quad 1\cdot 0=0;\quad 1\cdot 1=1.$$

Законы логики записывают в форме алгебраических выражений, где переменные обозначают буквами, а виды действий соответствующими знаками. Основными законами алгебры логики являются:

- переместительный — на логическую сумму и произведение не влияет порядок расположения переменных, т. е.

$$a + b + c = c + b + a; \quad abc = cba;$$

- сочетательный — результат последовательного сложения или умножения переменных не зависит от порядка этих действий, т. е.

$$(a + b) + c = (c + b) + a, \; (ab)c = (cb)a;$$

- распределительный — общий множитель можно вынести за скобки, т. е.

$$b \cdot a + b \cdot c = b(a + c);$$

- инверсии — при инвертировании суммы нескольких переменных знак инверсии переносится на каждую переменную и сложение заменяется произведением, т. е.

$$\overline{a + b + c} = \bar{a}\bar{b}\bar{c}$$

и при инвертировании произведения нескольких переменных знак инверсии переносится на каждую переменную и произведение заменяется суммой, т. е.

$$\overline{abc} = \bar{a} + \bar{b} + \bar{c}$$

- дополнительности:

$$a + \bar{a} = 1, \quad a \cdot \bar{a} = 1;$$

- универсального множества:

$$a + 1 = 1, \quad a \cdot 1 = a;$$

- нулевого множества:

$$a + 0 = a, \quad a \cdot 0 = 0;$$

- тавтологии:

$$a + a = a, \quad a \cdot a = a;$$

- поглощения:

$$a + ab = a(1 + b) = a \cdot 1 = a; \; a(a + b) = aa + ab = a + ab = a;$$

- склеивания:

$$ab + a\bar{b} = a, \quad (a + b)(a + \bar{b}) = a.$$

Для двойной операции инверсии:

$$\bar{\bar{a}} = a$$

Следствиями основных законов являются правила:

$a+\bar{a}b=(a+\bar{a})(a+b)=1(a+b)=a+b;$ $\quad \bar{a}(a+b)=\bar{a}a+\bar{a}b=0+\bar{a}b=\bar{a}b;$

$\bar{a}+a\bar{b}=(\bar{a}+a)(\bar{a}+\bar{b})=1(\bar{a}+\bar{b})=(\bar{a}+\bar{b});$ $\quad a\bar{(a+b)}=\bar{a}a+ab=0+ab=ab$

Учитывая и используя законы алгебры логики, можно легко доказать следующие теоремы:

$$a+cd=(a+b)(a+c)$$
$$a(a+b)(a+c)\ldots =a$$
$$a+ab+ac+\ldots =a$$
$$ab+\bar{a}c+bc=ab+\bar{a}c$$
$$(a+b)(\bar{a}+c)=ac+\bar{a}b$$
$$(a+b)(\bar{a}+c)(b+c)=(a+b)(\bar{a}+c)$$

Основные законы алгебры логики позволяют производить преобразования логических функций. Функция двух переменных является основной в алгебре логики. Так как каждая входная логическая переменная (x_1, x_2) может принимать два значения, то возможны 16 различных функций двух переменных.

Табл. 1.1 может служить первым шагом к пониманию инженерного метода синтеза логических схем при помощи циклограмм работы механизмов и аппарата алгебры логики. Например, для функции «И—НЕ» видно, что выходная логическая переменная равна единице во всех случаях, кроме одновременного присутствия входных переменных

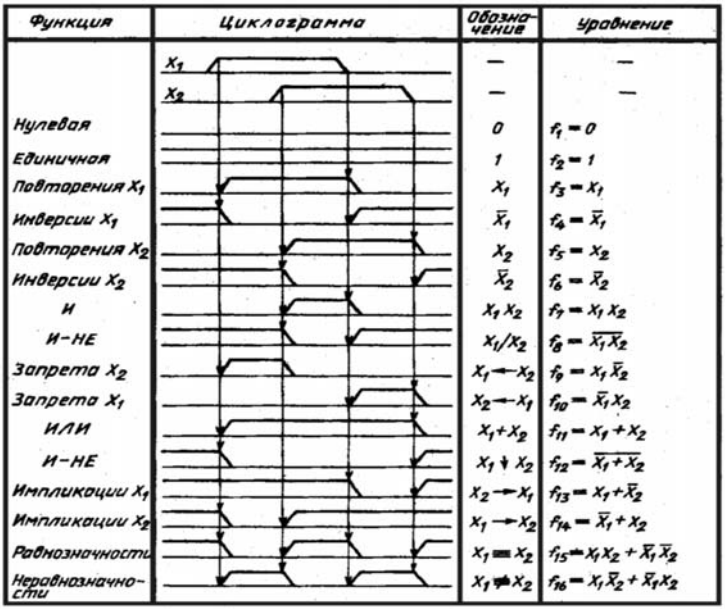


Таблица 1.1 Логические функции двух переменных

Составление структурной схемы управления по заданным условиям ее работы называют синтезом. Определение условий работы схемы или ее отдельных элементов по имеющейся структуре называют анализом схем управления. Схемы на релейных и бесконтактных элементах можно составлять двумя способами.

Первый способ — опытный, широко используемый в практике логического составления релейно-контакторных схем. Исходя из заданных условий работы отдельных частей рабочей машины, составляют принципиальную схему системы автоматики, рациональность и правильность разработки которой зависит от индивидуальных знаний и опыта конструктора. Аналогично составляют бесконтактные аналоги релейно-контактных схем, в которых заданные условия работы схемы выражаются в виде математических символов. На основании их анализа

и составляют схему соединений бесконтактных элементов. При этом целесообразно провести минимизацию любой контактной или бесконтактной схемы, построенной таким опытным способом.

Второй способ построения (синтеза) схем основан на более полном использовании теории алгебры логики и принципов формализации реальных условий работы схемы автоматики. В этом случае исходят из заданных условий работы, составляя соответствующие таблицы состояний (карты функций), где отмечают комбинации аргументов и значений функций (выходных сигналов) в виде символов 1 и 0. Основная задача синтеза заключается в определении такой формы выражения искомой логической функции, которую можно реализовать с применением минимального числа возможно более простых элементов. Синтез релейных схем управления сводится к составлению структурной формулы (аналитического выражения), описывающей логические функции, которые должны выполняться данным устройством. Затем анализируют полученную алгебраическую формулу и составляют графическое начертание схемы. Аналитическое выражение, отображающее логическую функцию, для реализации которой предназначена данная схема, называют структурной формулой схемы. В зависимости от характера работы схемы логические функции подразделяют на одно- и многотактные. В однотактных функциях выходная переменная зависит от комбинации входных переменных в данный момент времени, а в многотактных еще и от предыдущих комбинаций входных переменных, т. е. от их последовательности. Проще осуществить синтез однотактной функции.

Переменную, значения которой зависят от значений других двоичных переменных — аргументов называют переключательной функцией (ПФ). ПФ задается в виде соответствия ее значения каждому набору (комбинации) значений ее аргументов. Переключательные функции считаются разными, если отличаются значениями хотя бы для одного набора. При n аргументах число наборов $N = 2^n$, а число переключательных функций $M = 2^N$. Запись наборов и ПФ легко выполняется в виде натурального ряда двоичных чисел. Наборы нумеруются по значениям двоичных чисел от 0 до $2^n - 1$.

1.2. Синтез комбинационных автоматов

Основные этапы синтеза дискретного автомата следующие:

- составление задания на разработку в виде содержательного описания, где формулируются требования управляемого объекта к автомату, т.е. описания, на какой исполнительный элемент объекта и в каком такте должен быть подан минимальный (0) или максимальный (1) уровень сигнала данного выхода автомата, чтобы с учетом состояния задающих входов и выходов, воспринимающих сигналы обратных связей, обеспечить требуемое функционирование управляемого объекта;
- получение формальной модели автомата на основе содержательного описания в виде таблиц, графов, матриц и т.п.;
- получение на основе модели объекта исходной или минимальной формы аналитического представления оператора преобразования, реализуемого автоматом и обеспечивающего требуемый закон функционирования управляемого объекта. Эта часть синтеза является основной и базируется на аксиомах и постулатах Булевой (двоичной) алгебры;

■ разработка принципиальной схемы автомата на основе полученной его формальной модели и используемой конкретной элементной базы;
■ разработка и согласование узлов связи автомата с оператором и управляемым объектом, защита от помех и т.п.

Операторы, реализуемые комбинационными автоматами, устанавливают однозначную связь комбинаций входных и выходных переменных для каждого значения автоматного времени. Для создания сложных комбинационных автоматов используют элементарные комбинационные автоматы, которыми реализуется функционально полный набор двоичных функций. Элементарным комбинационным автоматом называют автомат, реализующий ПФ двух переменных.

Синтез комбинационных автоматов производится для статической части такта, т.е. инерционность логических элементов не учитывается. Синтез комбинационных автоматов начинается с содержательного описания функционирования объекта и составления таблицы истинности, которая отражает однозначное соответствие дискретных состояний входов и выходов объекта управления. Например, для циклограммы, приведенной на *рис. 1.2*, может быть составлена таблица истинности *(табл. 1.2)*. По этой таблице выходной сигнал *y* выражается через входные с помощью уравнения алгебры логики (Булевого выражения).

Для получения аналитического выражения, определяющего необходимую структуру автомата, записываются исходные формы переключательной функции в виде совершенной дизъюнктивной (СДНФ) или конъюнктивной (СКНФ) нормальной формы.

Дизъюнктивная нормальная форма представляет собой дизъюнкцию (сумму) минтермов, а СКНФ - конъюнкцию (произведение) макстермов.

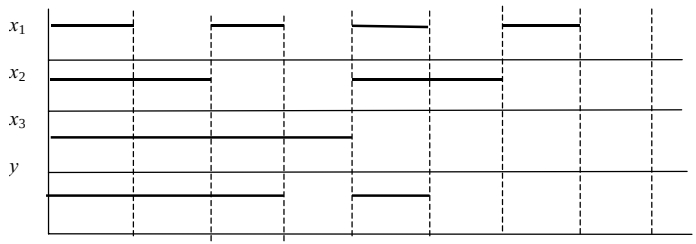


Рис. 1.2 Циклограмма

x_1	1	0	1	0	1	0	1	0
x_2	1	1	0	0	1	1	0	0
x_3	1	1	1	1	0	0	0	0
y	1	1	1	0	1	0	0	0

Таблица 1.2. Таблица истинности

Минтермом или конституэнтой единицы называется логическая функция, принимающая значение 1 только на одном наборе переменных. Образуется как конъюнкция всех входных переменных с отрицанием тех, которые в данном наборе равны нулю. Число минтермов равно числу наборов.

Макстермом или конституэнтой нуля называется логическая функция, принимающая значение 0 только на одном наборе переменных. Образуется как дизъюнкция входных переменных, где переменные данного набора, равные 1, взяты с отрицанием. Число макстермов равно числу наборов.

При записи СДНФ составляют сумму произведений аргументов (x_1, x_2, x_3) для тех наборов, на которых функция *y* принимает значение 1. Если аргумент в наборе равен 1, то он записывается без инверсии, если аргумент равен 0 – то с инверсией. Так для условий, представленных в *табл. 1.2*, получим СДНФ

$$y = x_1x_2x_3 + \bar{x}_1x_2x_3 + x_1\bar{x}_2x_3 + x_1x_2\bar{x}_3 \qquad (1.1)$$

Запись в СДНФ применяют в случае, когда функция имеет больше единиц, чем нулей. Когда же больше нулей, целесообразно применить СКНФ, составив произведение сумм аргументов для тех наборов, на которых функция принимает значение 0. Если аргумент в наборе равен 1, то он записывается с инверсией, если аргумент равен 0 – то без инверсии. Для условий, представленных в *табл. 1.2*, получим СКНФ

$$y = (x_1 + x_2 + \bar{x}_3)\cdot(x_1 + \bar{x}_2 + x_3)\cdot(\bar{x}_1 + x_2 + x_3)\cdot(x_1 + x_2 + x_3)$$

На основании полученных уравнений можно построить схемы управления на контактных или бесконтактных элементах. Однако, учитывая сложность уравнений, схемы будут содержать большое число элементов. Поэтому необходимо применить методы синтеза автоматов с минимальным количеством элементов. К ним относятся методы Квайна и Карно.

Метод Квайна состоит из следующих этапов.

- По таблице истинности записывается СДНФ.
- В полученной СДНФ отыскиваются смежные минтермы (отличаются знаком только одного аргумента). Склеиваясь по этому аргументу, смежные минтермы образуют импликанты - конъюнкции с числом сомножителей, меньшим на один. Импликанты в свою очередь могут склеиваться между собой. Несклеивающиеся импликанты называются простыми.
- Полученная сокращенная СДНФ приводится к тупиковой форме путем:

 - устранения избыточных импликант (избыточной называется импликанта, «покрывающая» минтермы, уже покрытые другими импликантами);

 - применения закона поглощения для простых импликант и оставшихся минтермов;

 - проведения испытания отдельных членов. Для этого отбрасывается одно из слагаемых, а в оставшиеся выражения подставляются значения аргументов, обращающие испытываемый член в 1. Если оставшаяся часть при этом тождественно равна 1, то испытываемый член лишний, и наоборот. Метод Квайна применим до числа аргументов не более 5, 6.

Например, применяя закон тавтологии, запишем выражение (1.1) в виде

$$y = x_1x_2x_3 + x_1x_2x_3 + x_1x_2x_3 + \bar{x}_1x_2x_3 + x_1\bar{x}_2x_3 + x_1x_2\bar{x}_3$$

Применяя закон склеивания первого минтерма с четвертым, второго с пятым, третьего с шестым, и применяя распределительный закон, получим

$$y = x_2\, x_3 + x_1\, x_3 + x_1\, x_2 = x_2\, x_3 + x_1 (\, x_3 + x_2)$$

По полученному уравнению синтезируем релейную схему управления *(рис. 1.3)*. При этом учитываем, что прямому значению аргумента соответствует замыкающий контакт, а инверсному – размыкающий. Логическому произведению соответствует последовательное соединение контактов, а логической сумме – параллельное.

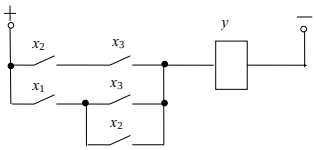


Рис. 1.3 Релейная схема управления

Наибольшее распространение для синтеза дискретных автоматов получил метод карт Карно. Суть его заключается в табличном представлении минтермов СДНФ и графической интерпретации их склеивания. Карта Карно – это таблица с числом ячеек, равным числу наборов аргументов. В каждую ячейку можно вписать один набор (минтерм), причем смежные минтермы должны бы быть в соседних клетках. Это обеспечивается специальным подбором минтермов для каждой ячейки. Чтобы упростить эту задачу, применяют различные способы маркировки сторон карт Карно. Ниже описаны два наиболее распространенных способа.

На каждой из сторон карты половина клеток соответствует единичному значению одного аргумента, а половина нулевому. На противоположных гранях аналогичная маркировка для другого аргумента делается со сдвигом на одну клетку. В клетках тех наборов, где функция принимает единичное значение, пишется 1 , где нулевое - 0.

При втором способе аргументы разбиваются на две группы с равным или неравным числом аргументов. Для одной группы $x_1\, x_2$ (первые номера) отводятся столбцы, для другой $x_3\, x_4$ (последние номера) – строки. Прямое или инверсное значение аргумента определяется двоичной цифровой маркировкой столбцов.

Охватывая единичные клетки контурами, проводим склеивание смежных минтермов. Контуру из двух клеток соответствует одноступенчатое склеивание, из четырех — двухступенчатое и т.д. Число клеток в контуре может быть только четное. В образующихся импликантах (простых) остаются переменные, которые в контуре не меняли знак. Их число равно $n - k$, где n – число аргументов.

Чтобы функция была минимальной, необходимо накрыть все единицы минимальным числом контуров максимальной площади. Контуры могут пересекаться. В тупиковой алгебраической форме, полученной из карты Карно, это означает:

- число контуров равно числу слагаемых;
- площадь контура определяет число сомножителей в слагаемом;
- пересечение контуров означает тавтологию минтерма.

Рассмотрим на примере применение метода карт Карно. Пусть задана таблица истинности логической функции четырех аргументов *(табл.1.3)*.

x_1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
x_2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
x_3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
x_4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
y	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0

Таблица 1.3. Таблица истинности логической функции

Составляем карту Карно в виде таблицы, столбцы и строки которой соответствуют всем возможным наборам значений аргументов x_1, x_2, x_3, x_4. Для группы x_1 x_2 отводим столбцы, для группы x_3 x_4 – строки. Наборы располагаем в таком порядке, чтобы в соседних клетках комбинации переменных x_1, x_2, x_3, x_4 отличались значением только одной переменной. Каждому набору значений переменных соответствует одна ячейка таблицы Карно *(рис. 1.4)*. Ячейки (клетки) заполняются в соответствии с таблицей истинности. Клетки, содержащие единицы, нужно обвести контурами. В контур можно включать $2^к$ клеток (к=1,2,3...).

Минимальная дизъюнктивная форма записывается как сумма произведений. Число слагаемых равно числу контуров, а число сомножителей в каждом слагаемом равно числу переменных, которые не меняют своего значения в данном контуре. Причем значениям переменной 1 в произведении соответствует сама переменная, а значению 0 – ее отрицание (инверсия). В соответствии со сказанным, получим для карты Карно *(рис. 1.4)* Булево выражение

$$y = x_2\bar{x}_3 + x_1\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4 + x_1\bar{x}_2x_3 + x_3\bar{x}_4$$

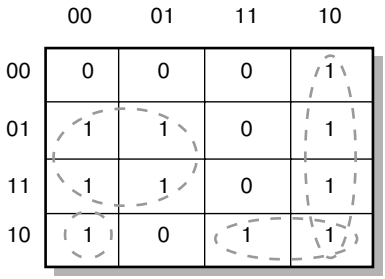


Рис. 1.4. Карта Карно

По полученному уравнению синтезируем релейную схему управления (рис. 1.5)

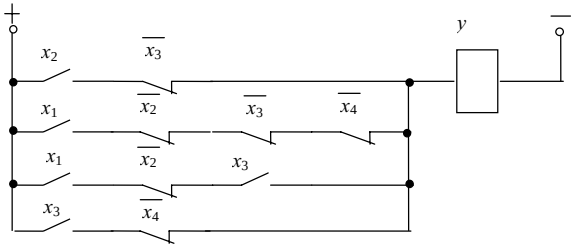


Рис. 1.5 Релейная схема управления

При синтезе ряда дискретных автоматов имеют место частично определенные функции. Частично определенная функция – это такая функция, значение которой задано не для всех наборов аргументов. Это означает, что некоторые наборы аргументов невозможны или недопустимы в реальных условиях. В таблице истинности и карте Карно такие наборы обозначают знаками неопределенности ~. Если эти наборы нереальны, значит, ПФ можно определить из соображений ее наилучшей минимизации, т.е. проставить в клетках 0 или 1 вместо знака неопределенности.

1.3. Синтез последовательностных автоматов

Как отмечалось выше, последовательностные автоматы осуществляют преобразование двоичных входных переменных не только с учетом текущей комбинации на входе в данном такте автоматного времени, но и с учетом того, что было в предыдущих тактах.

Создание последовательностного автомата, способного запоминать предшествующие данному такту комбинации сигналов на входе, обеспечивается наличием в комбинационном автомате не только внешних (рабочих) входов ***x*** и выходов ***y***, но и вспомогательных (внутренних) переменных ***z***, которые должны иметь возможность давать различные комбинации для каждого такта, подлежащего запоминанию, и реализуемых в виде обратных связей. Эти внутренние переменные, подаваемые на вход комбинационной схемы, как бы корректируют результат от воздействия внешних входов, учитывая предыдущие ситуации.

Таким образом, задача внешних входов - задать текущую комбинацию, а внутренних – сохранить и задать на входе комбинацию, однозначно соответствующую сформировавшейся на выходе в предыдущем такте (кодирующую ее). В этом случае выходная комбинация формируется с учетом предыдущего такта. В следующем такте внутренние переменные внесут очередную коррективу (если их комбинация будет отлична от предыдущей) и, следовательно, новые значения выходов уже несут в себе следы двух предыдущих тактов и т.д. Количество таких состояний ***M*** внутренних переменных ***z,*** называется весом последовательностного автомата.

Число внутренних переменных m_z , обеспечивающих возможность кодирования всех M состояний, называется объемом памяти автомата и равно $m_z=\log_2 M$.

Внешними входными переменными автомата определяется количество его возможных входных комбинаций, а внутренними – через сколько комбинаций внешних начинает повторяться коррекция внутренними. Так, если число входных переменных $\tau_x = 3$, а внутренних $m_z = 2$, то автомат будет иметь восемь состояний с повторяющейся коррекцией через четыре такта.

Следствием этого является характерная особенность последовательностных автоматов: у них вследствие коррекции z возможны разные комбинации выходов при одинаковых комбинациях на внешних входах. Технических вариантов реализации даже простых последовательностных автоматов может быть очень много. Достаточно наглядной является схема последовательностных автоматов, приведенная на *рис. 1.6* и представляющая собой наиболее общий случай.

Входы X^t логикой комбинационной схемы формируют выходы Y^t в данном такте. В формировании Y^t при этом участвуют внутренние переменные Z^{t-1}, комбинация которых сформировалась в предыдущем такте t-1. Переменные Z^{t-1} сформировались узлом управления в цепи обратной связи ОС, который может включать: комбинационную логику, временные задержки и синхронизующий вход. Как видно из схемы, именно узел ОС обеспечивает «запоминание» путем приема на вход выходной комбинации автомата в данном такте и передачу ее с временной задержкой на входы автомата в следующем такте.

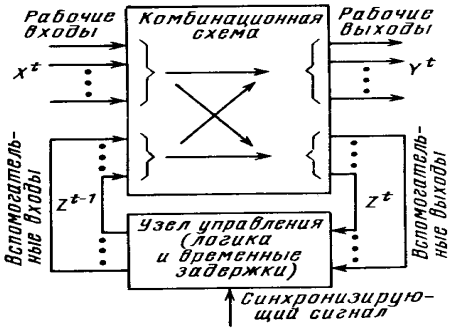


Рис. 1.6. Функциональная схема последовательностного автомата

Разрыв цепи ОС превращает последовательностные автоматы в комбинационные. Важную роль играет характер задержки: если блок ОС имеет синхронизирующий вход, «отпирающий» и «запирающий» цепь обратной связи в каждом такте, — это синхронный автомат. У него равенство $Z^{t-1} = Z^t$ наступает только после «отпирания» синхроимпульсом цепи обратной связи.

Благодаря обратной связи, последовательностные автоматы обладают специфическим свойством, отличающим их от комбинационных и характерным для замкнутых систем управления – они могут быть устойчивыми и неустойчивыми. Устойчивым будем называть состояние, когда комбинация выходов меняется лишь вследствие изменения входа. Неустойчивые автоматы могут после установления комби-

нации входов несколько раз менять комбинацию на выходе, проходя ряд неустойчивых состояний. Такой процесс может завершиться переходом в устойчивое состояние (затухание колебаний) либо продолжаться неограниченное время (автоколебания).

Комбинационные автоматы (разомкнутые) всегда устойчивы, как и разомкнутые аналоговые звенья. Формальным признаком устойчивого состояния является равенство $Z^{t-1} = Z^{t}$, а неустойчивого – неравенство $Z^{t-1} \neq Z^{t}$. Период автоколебаний равен двойному времени задержки сигнала в ОС.

Для последовательностных автоматов, как и для комбинационных, применяются также алгебраические и табличные формы задания оператора преобразования. В отличие от комбинационных автоматов, где этот оператор задается в виде связи рабочих входов X^{t} и выходов Y^{t}, для задания оператора последовательностного автомата нужно определить связь не только между рабочими (внешними) входами и выходами, но и между вспомогательными (внутренними).

При алгебраической форме задания записываются уравнения выходов, связывающие в общем случае рабочие выходы Y^{t} с рабочими X^{t} и вспомогательными Z^{t-1} входами и уравнения переходов, связывающие выходы внутренних переменных Z^{t-1} с рабочими X^{t} и вспомогательными Z^{t} входами.

При табличной форме задания составляются таблицы выходов и переходов, при объединении которых получается таблица состояний.

В реальных последовательностных автоматах комбинационные и последовательностные части не разделяются, а с целью упрощения и сокращения числа элементов объединяются в одно целое. Это повышает использование элементов.

Для построения сложных последовательностных автоматов, каковыми являются большинство цифровых устройств, широко применяются элементарные последовательностные автоматы-триггеры.

Рассмотрим на конкретном примере синтез последовательностного автомата. Насос *H* должен автоматически включаться при достижении рабочей жидкостью нижнего уровня, контролируемого поплавковым датчиком $d_{н}$, и выключаться при достижении верхнего уровня, контролируемого датчиком $d_{в}$.

В цикле работы питателя выделяем четыре такта:

1 – уровень ниже $d_{н}$ (питатель работает, резервуар наполняется);

2 – уровень выше $d_{н}$, но ниже $d_{в}$ (питатель работает, резервуар наполняется);

3 – уровень достиг $d_{в}$ (питатель отключился, жидкость расходуется, уровень понижается) ;

4 – уровень ниже $d_{в}$, но выше $d_{н}$ (питатель отключен, уровень понижается).

Указанная последовательность отражена в *табл. 1.4*.

Элементы системы	Такты предыдущего цикла	I		II		Такты последующего цикла
		1	2	3	4	
$d_{н}$	.....	0	0	1	0	.....
$d_{в}$	.....	0	1	1	1	.....
H	.....	1	1	0	0	.....

Таблица 1.4. Последовательность работы питателя

Предполагается, что происходит непрерывное повторение одинаковых циклов (наполнение - расход). Для синтеза рассмотрен один из циклов.

Выходная переменная *H* принимает разные значения при одинаковых значениях входных переменных (такты 2 и 4), но при разных их значениях в предшествующих тактах 1 и 3. Это является характерным для последовательностного автомата. Для отработки требуемой последовательности необходимо «запомнить» предыдущий такт.

Введем внутреннюю обратную связь

$$y = c(x_i)\cdot(c(x_j)+x_в), \qquad (1.2)$$

где $c(x_i)$ – конъюнкция входных переменных, не изменяющихся в соседних тактах;

$c(x_j)$ – конъюнкция переменных, изменяющихся в соседних тактах;

$x_в$ – внутренняя переменная.

В соответствии с (1.2) запишем:

для тактов 1,2

$$H_I = \bar{d}_в(\bar{d}_н + H_в');$$

для тактов 3,4

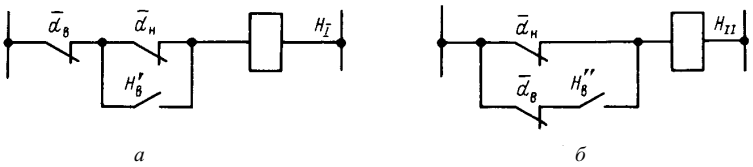
$$\bar{H}_{II} = d_н(d_в + \bar{H}_в''),$$

где $H_в$ - внутренняя переменная в виде обратной связи по выходу.

Преобразуя последнее выражение, получаем

$$H_{II} = \bar{d}_н + \bar{d}_в H_в'' .$$

Контактные схемы дискретных автоматов представлены на *рис. 1.7*.



а *б*

Рис. 1.7. Принципиальные схемы дискретных автоматов

Схемы работоспособны в нормальных условиях, однако при аварийном залипании нижнего датчика ($d_н = 0$, $d_в = 1$) схема, изображенная на рис. 1.7, *а* не допустит включения, а схема рис. 1.7, *б* допустит включение насоса, что вызовет перелив.

1.4. Применение программируемых реле для реализации дискретных автоматизированных устройств

Дискретные управляющие устройства, разрабатываемые с использованием изложенных выше методов синтеза, могут быть реализованы на электрических реле и на бесконтактных логических элементах. Программируемые электронные реле предназначены для замены традиционных устройств электроавтоматики, построенных на релейных и бесконтактных логических элементах. В отличие от последних, которые являются специальными устройствами, разрабатываемыми и изготовляемыми по индивидуальным проектам, программируемые реле универсальны. Они созданы путем слияния вычислительной техники, релейной бесконтактной автоматики и циклового программного управления технологическим оборудованием. Программируемые реле сохраняют характерные черты всех этих трех классов устройств и могут быть отнесены к любому из них. Для определения последовательности отработки этапов цикла управления в программируемых реле проводится поочередный опрос входных сигналов. Затем в соответствии с заданной программой формируются сигналы на соответствующих выходах и включаются те исполнительные аппараты, для которых на входах сформировались необходимые логические условия для их включений.

Программируемые реле являются особым видом управляющих мини-ЭВМ, которые можно назвать управляющими логическими машинами последовательного действия. Программируемые реле имеют специфичные черты.

1. Облегчение программирования, которое выполняется, как правило, в форме предварительно составленной релейной электрической принципиальной схемы. Задание программы ведут на клавиатуре ручного ввода в символах принципиальной релейной схемы путем нажатия на кнопки и последовательного выбора замыкающего или размыкающего контакта, катушки аппарата и т. п. В этом случае программирование может осуществлять цеховой обслуживающий персонал с минимальной специальной подготовкой в области программирования ЭВМ. При использовании специальных карт памяти, в которых записана схема соединений и настройки элементов, загрузка программы в программируемое реле и его запуск может выполняться персоналом без специальной подготовки. Программирование может осуществляться также с использованием специального компьютерного программного обеспечения с последующим переписыванием программы из компьютера в программируемое реле. Например, для реализации на программируемом реле «EASY» синтезированной выше схемы управления (*рис. 1.5*), управляющая программа составляется в виде, представленном на *рис. 1.8*.

Здесь символы I без инверсии соответствуют замыкающим контактам, а с инверсией – размыкающим. Символ Q обозначает выходной сигнал управляющего устройства.

2. Возможность использования непосредственно в цеховых условиях (большая помехозащищенность), гальваническая развязка от внешних цепей, расширенный диапазон допустимых условий эксплуатации.

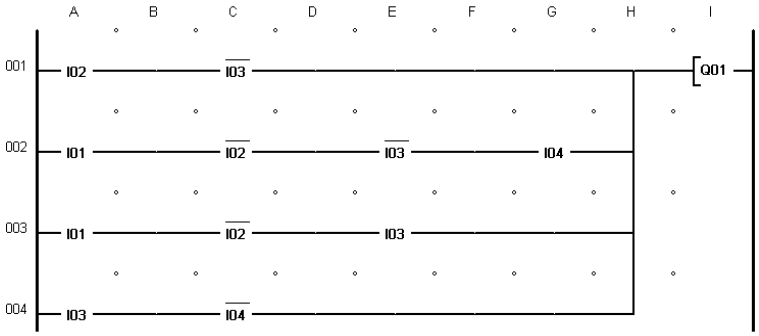


Рис. 1.8. Вид управляющей программы для реле «EASY»

3. Модульность построения (входы, выходы и объем памяти наращивается с определенным шагом).

4. По сложности программируемые реле находятся между мини-ЭВМ и традиционными схемами электроавтоматики; имеют меньший объем электронных устройств и меньшую, чем мини-ЭВМ, емкость запоминающих устройств.

5. Программное обеспечение реле позволяет обеспечивать выполнение дополнительных функций, а именно таймеров, обеспечивающих выдержки времени, счетчиков для счета импульсов и многих других функций.

Различные типы программируемых реле отличаются числом входов и выходов и их электрическими данными (род тока, напряжение, коммутационная способность), наибольшим числом возможных этапов программы, емкостью устройств памяти для запоминания информации.

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СЕРИЙ EASY И MFD-Titan

2.1. Общий обзор

Семейство электронных программируемых реле немецкой фирмы Moeller, называемых также управляющими реле, представлено в настоящее время сериями EASY500, EASY700, EASY800 и многофункциональным дисплеем MFD-Titan. Ранее эту популярную серию представляли серии EASY400 и EASY600. Устройства являются малогабаритными управляющими приборами, способными решать комбинационные и последовательностные задачи. Напряжения питания устройств возможны на постоянном токе: 12 В DC, 24 В DC и на переменном токе: 24 В AC, 115/240 В AC. Напряжение входных сигналов совпадает по виду и величине с выбранным напряжением питания. Выходные цепи устройств на постоянном напряжении могут быть релейными или транзисторными, а устройств на переменном напряжении – только релейными.

Все внутренние функции реле реализуются в программной форме. По аналогии с известными устройствами за программными функциями сохраняются названия: таймеры, реле времени, счетчики, компараторы и др. Программа составляется в виде рисунка электрической схемы, содержащей входные цепи, контакты и катушки соответствующих реле и соединяющих их линий. Ввод программы осуществляется от встроенного пульта с клавиатурой и индикацией на жидкокристаллическом (Ж-К) дисплее, от специального чипа (модуля или карты памяти), хранящего программу или от персонального компьютера (с помощью программы EASY-SOFT). Введенная программа может быть защищена посредством пароля. Для удобства настройки и эксплуатации во время работы реле участки схемы, по которым «проходит ток», подсвечиваются на Ж-К дисплее. Память реле энергонезависимая. При исчезновении напряжения и его последующем восстановлении, конфигурация схемы и настройки сохраняются. Есть варианты исполнения реле, у которых кнопки и дисплей отсутствуют. Их программирование осуществляется с помощью персонального компьютера. Язык общения выбирается пользователем из списка языков стран, членов Евросоюза. С конца 2004 г. в EASY800 и MFD-Titan встроено меню на русском языке.

Многофункциональный дисплей MFD-Titan выполнен по блочному принципу и состоит из трех блоков. Практически при тех же габаритах, что и реле EASY, он имеет дисплей увеличенных размеров с возможностью отображения статической и динамической информации, например о ходе технологического процесса, и дополнительные функции, в том числе и вычислительные.

Все устройства имеют возможности расширения входов-выходов и обмена данными с промышленными информационными сетями AS-Interface, Profibus-DP, CANopen, DeviceNET. Реле EASY800 и MFD-Titan, кроме этого, могут быть объединены в собственную информационную сеть EASY-NET, в которую могут входить до восьми приборов, с устройствами расширения, находящихся на расстоянии до 1000м

2.2. Расшифровка типо-исполнения

EASY abb – cc – def
a... серия прибора;
bb... сумма количества входов и выходов и возможности расширения;
cc... напряжение питания:
DA...12 В DC
DC...24 В DC
AB...24 В AC
AC...115/240 В AC;
d... тип выходов (R - реле; T - транзисторы);
e...C... часы реального времени;
E... расширяющий прибор;
f...X... прибор без кнопок и дисплея.

Модули расширения входов и выходов, совместимые с EASY800, имеют маркировку EASY6..-..-E с уточнениями по исполнению на переменном токе (AC) или постоянном токе (DC), с релейными выходами (R) или транзисторными (T).

Модули расширения для обмена данными, совместимые с EASY800, имеют маркировку EASY2..-.. с уточнением типа информационной системы.

Модули расширения «пристыковываются» с помощью разъема непосредственно к корпусу основного модуля EASY.

2.3. Функциональные возможности и основные параметры

Параметры и функции	Количество элементов или функций			
	EASY500	EASY700	EASY800	MFD-Titan
Напряжения питания, В	12 В DC; 24 В DC; 24 В AC; 115/240 В AC	12 В DC; 24 В DC; 24 В AC; 115/240 В AC	24 В DC; 115/240 В AC	24 В DC; 115/240 В AC
Потребляемая мощность			10 ВА AC; 3,4 Вт DC	10 ВА AC; 3,4 Вт DC
Количество цифровых входов/выходов	8/4R; или 8/4T	12/6R; или 12/8T	12/6R; или 12/8T	12/4R; или 12/4T
Аналоговые входы/выходы (0-10 В)	2/-	2/-	4/1	4/1
Входы для подсчета импульсов (быстрые входы)	4/1 кГц	4/1 кГц	4/5 кГц	4/3 кГц
Нагрузка выходных цепей	R-8 А; T-0,5 А	R-8 А; T-0,5 А	R-8 А; T-0,5 А	R-8 А; T-0,5 А
Ж-К дисплей, клавиатура	Есть; нет	Есть; нет	Есть; нет	Есть
Шаг программы (1 строка) на дисплее	3 контакта, 1 катушка	3 контакта, 1 катушка	4 контакта, 1 катушка	4 контакта, 1 катушка
Количество шагов (строк) программы	128	128	256	256
Текстовый дисплей, количество текстов (кадров)	16 текстов по 48 знаков	16 текстов по 48 знаков	32 текста по 64 знака	Графический дисплей 132x64 пикс.

Таймер недельный/ годовой	4/4	4/4	32/32	32/32
Многофункциональное реле времени	16	16	32	32
Счетчик с возможностью изменения направления счета	16	16	32	32
Счетчик часов работы (ресурса оборудования)	4	4	4	4
Аналоговый компаратор	16	16	32	32
Метка – внутреннее реле памяти (промежуточное реле)	32	32	96	96
Габариты (ВхШхГ), мм	71,5x90x58	107,5x90x58	107,5x90x72	Дисплей: 86,5x86,5x20; Процессор: 107,5x29,5x90; Блок Вх/Вых: 88,1x90x25
Степень защиты	IP20	IP20	IP20	IP20

Кроме перечисленного, реле EASY800 имеет следующие модули для выполнения операций и функций:

- арифметический блок ADD, SUM, MUL, DIV -32;
- сравнение блоков данных -32;
- логические операции AND, OR, XOR, NOT -32;
- инкрементальный счетчик -32;
- получение блока данных из сети -32;
- размещение блока данных в сети - 32;
- масштабирование значения -32;
- синхронизация времени в сети -1;
- таймер -32.

2.4. Аксессуары (Принадлежности)

К аксессуарам относятся следующие устройства и принадлежности:

- импульсные источники питания постоянного напряжения 12 и 24 В;
- программное обеспечение EASY-SOFT;
- кабели программирования для соединения с персональным компьютером;
- кабели соединения сети EASY-NET;
- модули памяти для хранения и переноса программ, емкостью 32K и 256K;
- различные приспособления для монтажа реле и информационных сетей.

Аксессуары имеют отдельные коды для поставок и не входят в комплект поставки реле.

2.5. Монтаж и условия эксплуатации

Монтаж реле и блоков питания производится в шкафах и ящиках на DIN-рейку 35 мм или винтами при помощи специальных ножек. Реле MFD-Titan может монтироваться на панелях и на дверях шкафов и ящиков. Дисплей устанавливается на лицевой части двери или панели, а процессор и блок входов/выходов пристыковываются к нему с внутренней стороны.

Рабочая температура окружающей среды от -25 до +55^{0}C. Надежное чтение с Ж-К дисплея гарантируется от 0^{0}C. Абсолютная влажность воздуха не должна превышать точки выпадения росы. Окружающая среда не должна содержать пыли, токопроводящих частиц и агрессивных химических элементов.

2.6. Техническая документация

В комплект поставки реле входит брошюра с правилами монтажа и электрических соединений. Подробные сведения содержатся в технических описаниях (User Manual), имеющих индекс AWB и инструкциях по монтажу, имеющих индекс AWA. Эта техническая документация поставляется в форме лазерного компьютерного диска.

3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПРОГРАММИРУЕМЫМИ РЕЛЕ

Рассмотрим меры безопасности, которые необходимо предусмотреть во время монтажа, наладки и эксплуатации программируемых реле, а также специальные меры при проектировании, исключающие травмирование персонала и материальный ущерб.

3.1. При работе в действующей установке

- Отключить электропитание от устройства.
- Проверить отсутствие напряжения на устройстве.
- Исключить возможность случайной подачи напряжения на устройство.
- Закоротить и заземлить провода, на которых существует опасность несанкционированного появления напряжения.
- Закрыть или оградить соседние устройства, находящиеся под напряжением.
- Проверить состояние изоляции низковольтных источников питания. Использовать блоки питания только фирменного изготовления.
- Отклонения главных рабочих напряжений устройств не должны превышать допустимых значений.
- При монтаже и наладке следовать техническим инструкциям (AWA и AWB) для данного устройства.
- Прокладка и соединения кабелей и сигнальных линий должны исключать или уменьшать до минимума их индуктивное или емкостное взаимодействие.
- Работы может выполнять только персонал, имеющий соответствующую квалификацию.

■ Перед работой с устройством освободиться от электростатического заряда.

■ Функциональное заземление (FE), если оно есть, должно быть соединено с шиной защитного заземления (PE).

■ При проведении наладочных работ исключить ошибочные включения исполнительных механизмов или систем путем отключения их питания или в программной форме запретить включение выходов реле.

3.2. При проведении проектных работ и модернизации

■ Повреждение линий интерфейсов ввода-вывода (обрыв или короткое замыкание), а также ошибочные действия персонала не должны приводить к неопределенным состояниям устройства или к несанкционированным действиям в устройствах автоматики.

■ Исчезновение напряжения питания и его последующее восстановление не должны приводить даже кратковременно к опасным или неопределенным состояниям. В случае необходимости применять аварийное отключение системы.

■ В проекте использовать блоки питания только фирменного изготовления.

■ Устройства и команды чрезвычайной (аварийной) остановки или отключения должны иметь высший приоритет во всех операционных режимах устройства.

■ Размещение устройств в шкафах и ящиках должно исключать неумышленные, несанкционированные воздействия.

■ Проектирование кабельных трасс и сигнальных линий должно предусматривать исключение или уменьшение до минимума их индуктивного или емкостного взаимодействия.

■ Для предотвращения ущерба для людей и имущества из-за ошибок в системе или ошибочных действий оператора необходимо гарантировать надежное операционное состояние системы посредством использования специальных ограничителей, предохранителей, электрических и механических блокировок.

4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ РЕЛЕ

4.1. Общий вид реле EASY 800 *(рис. 4.1)*

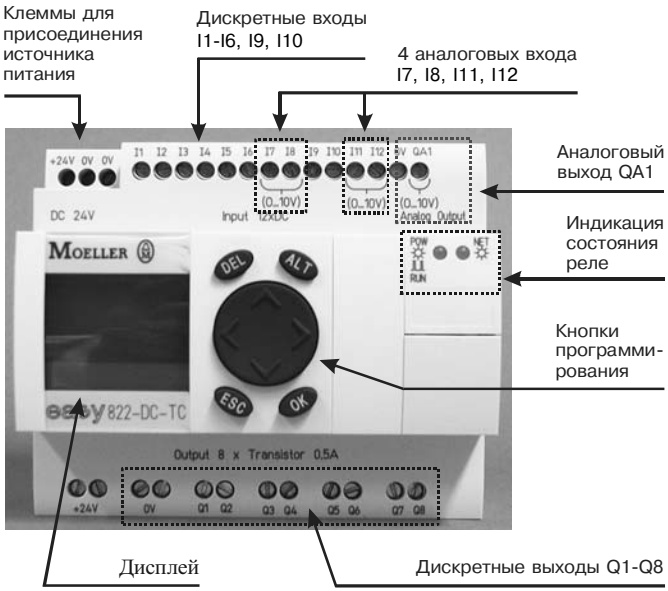


Рис. 4.1 Общий вид программируемых реле EASY800

4.2. Присоединение источника питания и цифровых входов

Для реле серии EASY требуется совпадение рода тока и величины напряжений питания реле и цифровых входов. При применении разных напряжений возможны сбои или выход реле из строя. Цепи питания и входные цепи защищаются плавким предохранителем или автоматическим выключателем с номиналом 1 А. При использовании блоков расширения их клеммы питания и цифровые входы присоединяются к шинам основного блока реле.

4.2.1. Входные цепи переменного напряжения

На *рис. 4.2.* представлена основная (базовая) схема присоединения источника питания и цифровых входов для реле, выполненного на переменное напряжение (easy-AC).

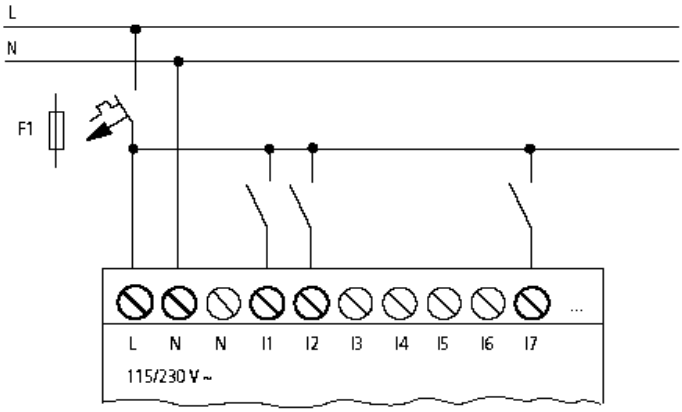


Рис. 4.2. Базовая схема присоединения для реле на переменном напряжении, easy-AC

Реле, выполненные на переменное напряжение 115/240 В, уровень входного сигнала от 0 до 40 В воспринимают как нулевой, а от 79 до 246 В, как единичный. Ток входных цепей не превышает 0,5 мА при напряжении 230 В и 0,25 мА при 115 В, (кроме более грубых входов I7 и I8, для которых входной ток может доходить до 6 мА при 230 В или 4 мА при 115 В). Если во входной цепи имеется неоновая лампочка, потребляющая ток 1-2 мА, то эту цепь рекомендуется присоединять к входам I7 или I8. Во входных цепях, имеющих контакты, обладающие током утечки в нулевом состоянии, возможны ложные срабатывания, так как ток утечки может быть воспринят как полезный сигнал. В таких случаях следует использовать более грубые входы I7 или I8. К этим входам не следует, во избежание подгорания, присоединять контакты реле с небольшим допустимым током, например контакты язычковых реле (герконов).

Во избежание помех следует ограничивать длину кабельных линий до 40 м, если не применяются дополнительные схемы (до 100 м для входов I7 и I8) и до 60-100 м, если применяются специальные контакты с исключением «дребезга». При большей длине линии в каждую входную цепь необходимо включать диод с прямым током до 1 А и обратным напряжением не менее 1000В. Полярность диода должна быть такой, чтобы ток входил во входную клемму, как указано на *рис. 4.3.*

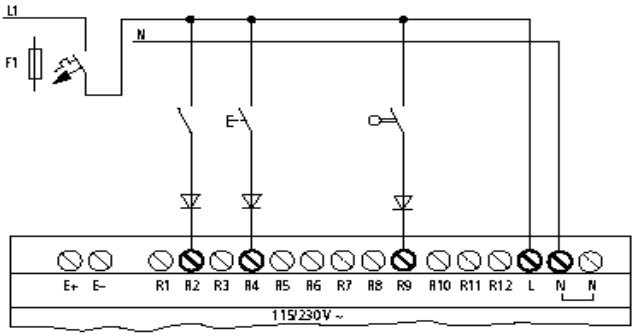


Рис. 4.3. Схема присоединения входных цепей с дополнительными диодами

В некоторых случаях, когда имеется опасность воздействия помех, следует «загрублять» входы реле путем шунтирования входного сигнала конденсатором, как это показано на *рис. 4.4.* При применении конденсатора 100нФ время нарастания полезного сигнала на входе увеличивается до 80 мс.

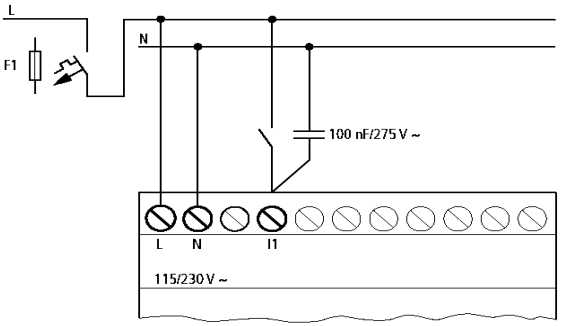


Рис. 4.4. Схема защиты от помех входной цепи реле

Если требуется защитить исполнительный контакт от броска тока, создаваемого конденсатором, то во входную цепь последовательно включают резистор 1 кОм *(рис. 4.5)*.

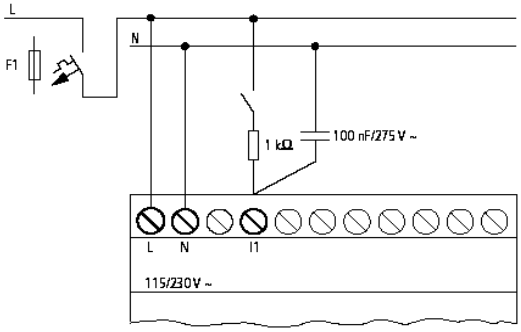


Рис. 4.5. Схема ограничения броска тока с помощью резистора

4.2.2. Входные цепи постоянного напряжения

На *рис. 4.6.* представлена основная (базовая) схема присоединения источника питания и цифровых входов для реле, выполненного на постоянное напряжение (easy-DC).

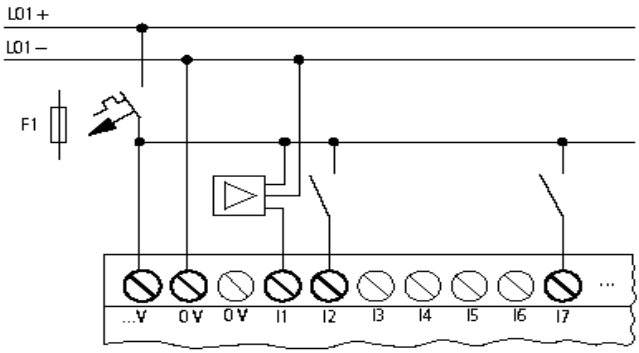


Рис. 4.6. Базовая схема присоединения для реле на постоянном напряжении, easy-DC

Для входов I1-I6, I9, I10 интервал напряжений 0-5 В соответствует нулевому уровню полезного сигнала, а от 15 до 28,8 В единичному уровню.

Для входов I7, I8, I11, I12 нулевым уровнем считается напряжение меньше 8 В, а единичным уровнем напряжение больше 8 В.

Входные токи для входов I1-I6, I9, I10 составляют 3,3 мА при 24 В, для входов I7, I8, I11, I12 2,2 мА при 24 В.

4.3. Присоединение аналоговых входов

В качестве аналоговых используются входы I7, I8, I11 и I12. При программировании им присваиваются наименования

- I7 = IA01;
- I8 = IA02;
- I11 = IA03;
- I12 = IA04.

Напряжение от 0 до 10 В, подаваемое на эти входы, преобразуется в цифровую десятичную форму в диапазоне чисел от 0 до 1023. Таким образом, ошибка измерения и реакции реле на аналоговый сигнал составляет не более 10 мВ.

Аналоговые сигналы в большей степени подвержены помехам, чем цифровые. Для исключения или уменьшения влияния помех рекомендуется применять следующие меры:

- применять экранированные кабели с витыми парами;
- экраны кабелей небольшой длины заземлять с обоих концов, используя большую контактную поверхность;
- экран кабелей, имеющих длину более 30 м, заземлять только с одного конца, во избежание уравнительных токов через экран, могущих быть источником помехи;
- кабели сигнальных линий нельзя прокладывать параллельно с силовыми кабелями;
- электрическая нагрузка индуктивного характера, такая как двигатели, соленоиды, катушки мощных контакторов, коммутируемая выходными цепями EASY может быть источником помех в цепи аналогового сигнала; рекомендуется применять для этого раздельные источники питания или специальные подавители помех;

Примеры присоединений различных видов аналоговых входных сигналов приведены на *рис. 4.7- 4.10*. Выходное сопротивление источника аналогового сигнала или входного потенциометра должно быть не менее 1 кОм. Мощность потенциометра 0,25 Вт. При применении внешних источников, таких как датчики освещенности, температуры и пр. необходимо создать общую шину, соединяющую нулевые точки источника аналогового сигнала и источника питания реле. При использовании для формирования аналогового сигнала собственного источника 24 В или любого другого с напряжением более 10 В необходимо, кроме потенциометра, применять дополнительный резистор, как показано на *рис. 4.8.*

В качестве датчика аналогового сигнала можно применять источник тока. В этом случае его необходимо нагрузить на сопротивление, падение напряжения на котором необходимо подать на один из аналоговых входов

$$U_{max} = R \times I_{max} \qquad (4.1)$$

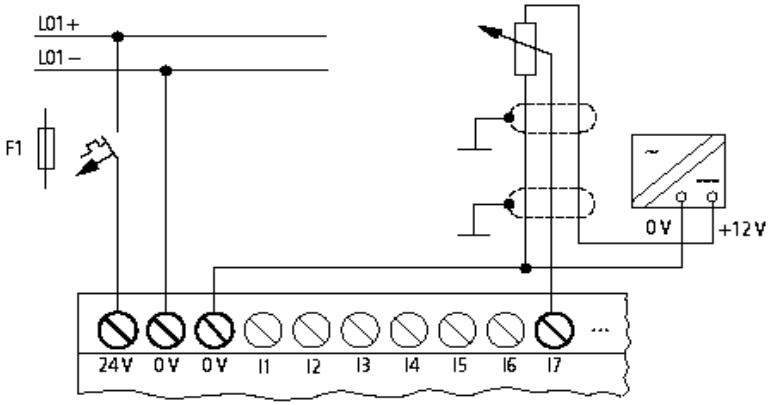


Рис. 4.7. Схема присоединения аналогового сигнала от внешнего источника через согласующий потенциометр

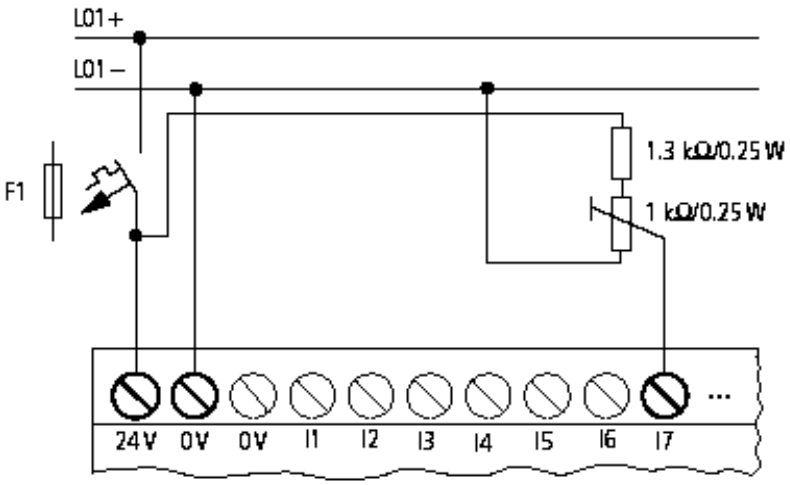


Рис. 4.8. Схема присоединения аналогового сигнала через дополнительный резистор

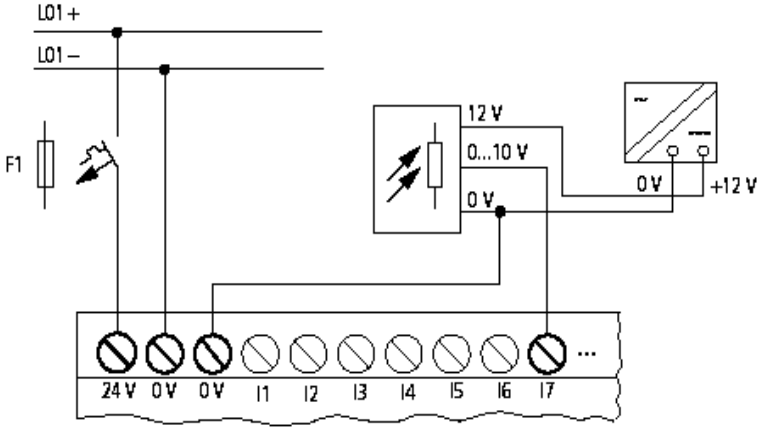


Рис. 4.9. Схема присоединения аналогового сигнала датчика освещенности

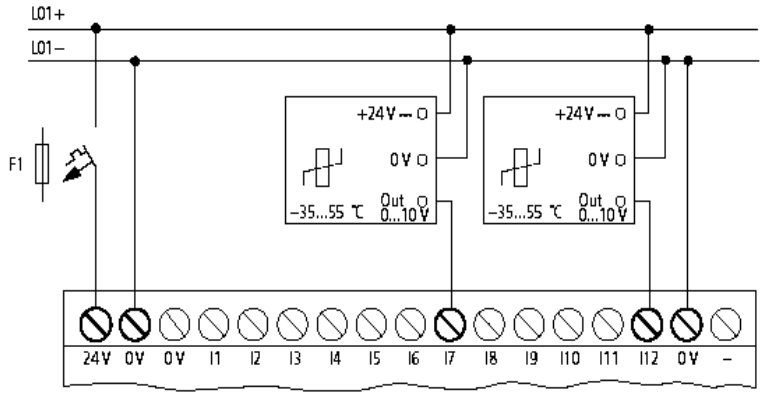


Рис. 4.10. Схема присоединения аналогового сигнала датчиков температуры

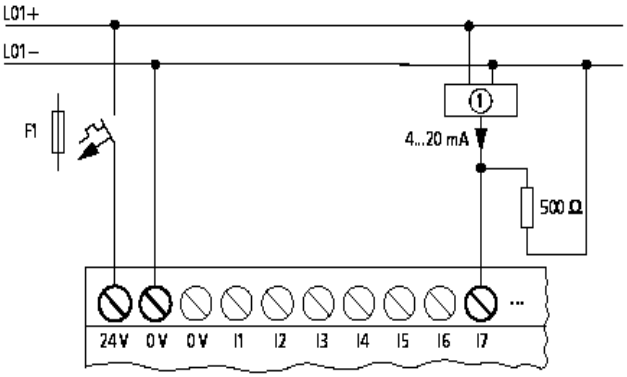


Рис. 4.11. Схема присоединения аналогового сигнала от датчика – источника тока

Например, при использовании датчика с выходным током 0-20 мА, его необходимо нагрузить на резистор 500 Ом, с тем, чтобы максимальное напряжение не превышало 10 В (рис. 4.11).

4.4. Присоединение выходных цепей EASY

4.4.1. Релейные выходы

Выходные реле и их контакты обозначаются на схемах буквой Q. У реле EASY800 и модулей расширения установлено по 6 выходных реле и, соответственно, 6 выходных контактов. Физически каждый контакт выходного реле является замыкающим (нормально разомкнутым). В программах можно использовать виртуальные размыкающие (нормально замкнутые) контакты этих реле. Все релейные выходы потенциально изолированы друг от друга и от других цепей управляющего реле. Поэтому контакты реле принципиально можно устанавливать в любых местах низковольтных схем. Можно также использовать общую точку для всех контактов, а напряжение питания для нагрузки использовать любое необходимое, как показано на *рис. 4.12*. На этом же рисунке показана нагрузочная способность контактов при управлении активной и индуктивной нагрузкой, и допустимое за срок службы число включений. Нагрузка в виде электрических лампочек накаливания, хотя и является активной, имеет свои ограничения, связанные с наличием бросков пускового тока при включении. В каждой цепи нагрузки рекомендуется устанавливать плавкий предохранитель или автоматический выключатель. Контакты устройств расширения, если они применяются, коммутируются по аналогичной схеме.

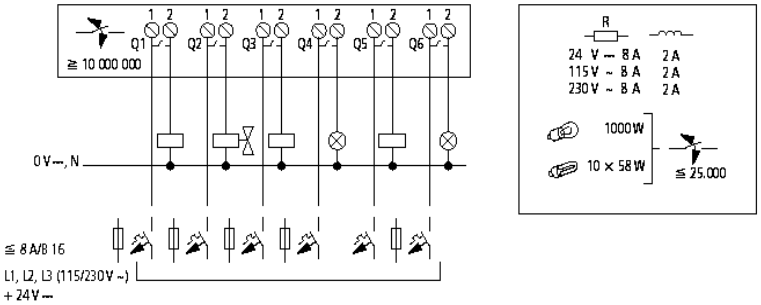


Рис. 4.12. Вариант схемы соединения релейных выходных цепей реле EASY

4.4.2. Транзисторные выходы

Реле EASY800 и модули расширения имеют по 8 транзисторных выходов, каждый с допустимым током 0,5 А (*рис. 4.13*).

Эмиттеры всех транзисторов подсоединены к полюсу +24 В источника питания, поэтому все нагрузки должны иметь общую нулевую шину. Цепь нагрузок должна быть защищена плавким предохранителем или автоматическим выключателем. Допускается параллельное включение 4 выходных транзисторов для коммутации нагрузки до 2 А. Параллельно можно включать только группы транзисторных выходов Q1 – Q4 или Q5 – Q8. При проектировании схемы управле-

ния следует обеспечить одновременное включение всех параллельно соединенных выходов. При отключении индуктивной нагрузки (обмотки реле, двигателей и пр.) возможно возникновение перенапряжений и помех. Для их устранения следует эти цепи зашунтировать по схеме так называемого обратного диода (*рис. 4.14*). Рекомендуется устанавливать диод непосредственно возле нагрузки.

При коротком замыкании или перегрузке выходная цепь автоматически отключается. Новое включение может произойти только после остывания транзистора. Это время зависит от температуры окружающей среды и нагрева транзистора. Если короткое замыкание не устранено, произойдет повторное отключение.

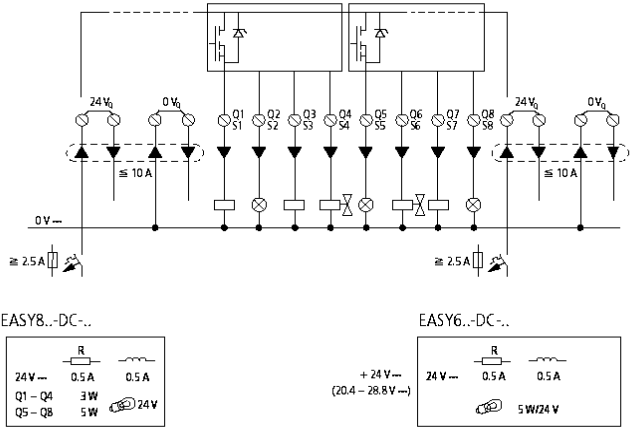


Рис. 4.13 Базовая схема присоединения транзисторных выходов

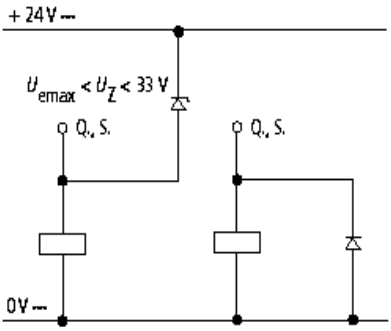


Рис. 4.14. Схема ограничения индуктивных бросков напряжения при отключении нагрузки

4.4.3. Аналоговый выход

Для управления исполнительными устройствами у реле имеется аналоговый выход QA01 с регулируемым выходным напряжением от 0 до 10 В. Это напряжение преобразуется из формируемого в программе числа от 0 до 1023. Пример присоединения аналогового выхода к исполнительному устройству приведен на рис. 4.15.

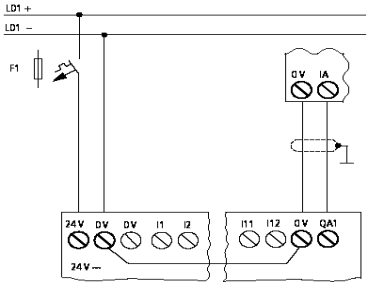


Рис. 4.15. Схема присоединения аналогового выхода к исполнительному устройству

4.5. Входы и выходы модулей расширения.

Во всех модулях расширения серии EASY6.. имеются 12 цифровых входов, которые обозначаются буквой R, от R01 до R12.

Цифровые выходы модулей расширения обозначаются буквой S. Как и в базовом исполнении, возможны варианты с 6 релейными и 8 транзисторными выходами. Транзисторные выходы, так же, как и в базовом исполнении, применяются только при питании постоянным напряжением.

Напряжение питания модулей расширения должно совпадать с напряжением базового реле.

Монтаж модулей расширения осуществляется так же, как и базового реле. Между собой они соединяются за счет «пристыковки» боковых поверхностей с помощью специального соединителя – разъема типа EASY-LINK. Соединитель является составной частью модуля расширения.

Если модуль расширения находится на некотором удалении от базового реле (до 30 м), то применяется специальное реле EASY200-RE (*рис. 4.16*). Источники питания защищены от коротких замыканий и изменения полярности.

4.6. Входы и выходы при работе в информационной сети

При включении EASY в информационную сеть EASY-NET, каждое реле рассматривается как станция с присвоенным ей номером. К физически существующим в каждой станции входам и выходам имеется доступ каждой другой станции. Каждому такому входу присваивается дополнительно номер, соответствую-

щий номеру станции, например, входы и выходы 8-й станции обозначаются от 8I01 до 8I12 и от 8Q01 до 8Q06.

Кроме этого, реле приобретают возможность иметь по 32 виртуальных цифровых входа и выхода (однобитовых). Входы обозначаются как RN, а выходы – SN (N – от названия NET). При обмене информацией между двумя станциями их входы и выходы должны иметь один и тот же номер. Например, с выхода 2SN30 станции 2 информация передается на вход 8RN30 станции 8.

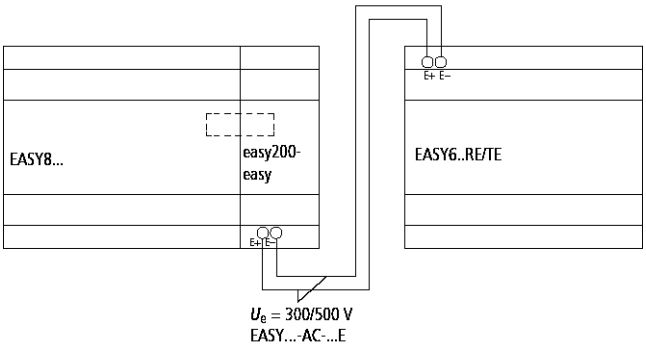


Рис. 4.16 Соединение модуля расширения при удаленном расположении от базового реле

Для передачи по сети числовой и текстовой информации применяются специальные модули передачи PT (PUT - отправлять) и приема GT (GET - получать). В каждом реле таких модулей может быть до 32, и им также присваиваются номера, соответствующие номеру станции. Указанные модули можно рассматривать как дополнительные многоразрядные входы и выходы.

5. ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

5.1. Меню программируемого реле

На Ж-К дисплее реле возможно последовательное отображение меню нескольких уровней от главного меню, на котором отображено общее состояние, до специальных меню, связанных с заданием конфигурации системы, проектированием схемы соединений и настройкой отдельных функциональных реле или модулей. Перемещения по меню, управление курсором, записи на дисплее, установка данных выполняются с помощью операционных кнопок (*рис. 5.1*).

DEL: удалить объект в схеме
ALT: специальные функции в схеме соединений, состояние дисплея
ESC: предыдущий уровень меню, отмена
OK: следующий уровень меню, сохранить введенные данные
КНОПКИ КУРСОРА (вверх-вниз, вправо-влево):
движение курсора
выбор пункта меню
установка номера катушки, контакта, значения функции

Рис. 5.1. Операционные кнопки реле

Кнопка курсора, кроме этого, может выполнять функции Р кнопки (Р кнопки – это четыре дополнительных кнопки для управляющих команд в режиме RUN). Нумерация кнопок начинается от левой кнопки по часовой стрелке:

- Р1 – левая кнопка;
- Р2 – верхняя кнопка;
- Р3 – правая кнопка;
- Р4 – нижняя кнопка.

Основным экраном (дисплеем) является Status display или дисплей состояния реле (*рис. 5.2*). В этом кадре показывается состояние входов и выходов реле, режим работы и время в одном из двух возможных форматов. Номера входов (I), на которые поданы управляющие сигналы, и номера включенных выходов (Q) подсвечиваются. Возможные режимы работы реле: STOP (СТОП) или RUN (РАБОТА). В режиме STOP производится ввод программы и настройка реле, в режиме RUN выполняются рабочие операции. Индикатор питания (POW) на лицевой панели реле в режиме STOP горит ровным светом, в режиме RUN – прерывистым

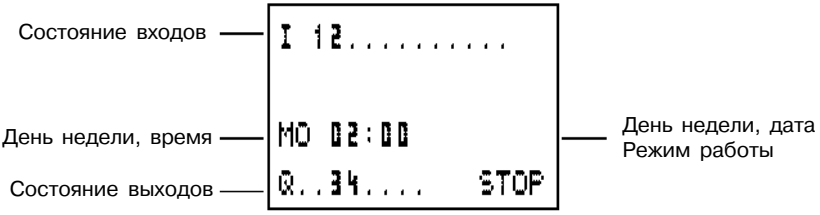


Рис. 5.2. Дисплей состояния реле

Нажатием кнопки ALT можно вместо дня недели и времени установить день недели и дату.

Кроме этого, на дисплее состояния отображается другая информация о настройках и конфигурации реле:

- RE – режим сохранения текущего значения переменной, в случае отключения реле от источника питания;
- RS - к реле присоединен модуль расширения;
- I – режим противодребезга входных контактов при включении;
- NT1 – реле является станцией сети NET с присвоенным номером 1;
- AC – присоединенный к реле модуль расширения переменного тока функционирует нормально;
- DC – присоединенный к реле модуль расширения постоянного тока функционирует нормально;
- P – кнопки курсора в режиме RUN используются как кнопки управления;
- GW – шины отдаленного модуля расширения опознаны;
- ST – установлена защитная мера: при отключении питания реле переходит в режим STOP.

От дисплея состояния можно перейти к меню первого уровня. Таких меню два: System menu (Системное меню) и Main menu (Главное меню). К системному меню переходят одновременным нажатием кнопок DEL и ALT, к главному меню – нажатием OK (рис. 5.3). На рисунке с правой стороны помещены меню на русском языке. Многоточие в строке меню (...) означает, что далее следует уточняющее меню. Строчку выделяют с помощью кнопок курсора Вверх/Вниз. При этом строчка начинает мерцать. При нажатии OK на выбранной строчке меню, появляется «птичка» или флажок, или происходит переход к меню следующего уровня. Возврат к дисплею состояния производится через кнопку ESC.

В табл. 5.1 показано содержание меню 2-го и 3-го уровней; ниже указаны соответствующие строчки русского меню.

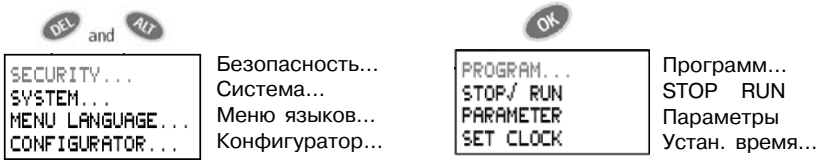


Рис. 5.3. Меню первого уровня System menu и Main menu

Таблица 5.1. Содержание меню

System menu		
1-й уровень	2-й уровень	3-й уровень
SECURITY... Безопасность...	PASSWORD... Пароль...	ENTER PASSWORD Ввести пароль
	RANGE... Область действия	CIRCUIT DIAGRA Схема соединений
		PARAMETERS Параметры
		TIME Время
		OPERATING MODE Режим работы
SYSTEM... Система...	DEBOUNCE Противодребезг	
	P BUTTONS P кнопки	
	RUN MODE Режим работы	
	CARD MODE Режим карты	
	DISPLAY... Настройка дисплея	CONTRAST Контрастность
		LIGHTING Подсвечивание
	RETENTION... Сохранение	
	INFORMATION... Информация	
MENU LANGUAGE... Меню языков...	ENGLISH	
	DEUTSCH	
	+ 10 европейских языков	
	РУССКИЙ	
CONFIGURATOR... Конфигуратор...	NET...	
	LINK...	
Main menu		
PROGRAM... Программ...	PROGRAM... Программ...	CIRCUIT DIAGRAM Схема соединений
		FUNCTION RELAYS Функциональные модули
	DELETE PROGRAM Удалить программу	DELETE? Удалить?
STOP RUN Стоп Работа		
PARAMETERS Параметры		
SET CLOCK... Установить часы...	SET CLOCK Установить время	
	TIME CHANGE Изменить время	

5.2. Работа с курсором

При работе с указанными меню, кнопки управления курсором подсвечивают строчку меню целиком. В других кадрах при установке параметров и рисовании схемы возникает необходимость уточнения более мелких деталей и параметров. В таких случаях на экране появляется мерцающий курсор в форме темного прямоугольника. Рассмотрим работу с курсором на примере установки времени. Пройдя последовательно меню: Status display – OK – Main menu – Set clock... - OK – Set clock, попадаем в меню установки даты и времени (*рис. 5.4*).

Рис. 5.4. Меню установки времени и даты

В левой колонке обозначены названия строк:

- HH:MM – часы : минуты;
- DD:MM – дни : месяцы;
- YEAR – год.

В правой колонке обозначены строки соответствующих значений. Мерцающий курсор стоит на первой цифре часов. Нажав на OK, мы подтверждаем, что хотим работать с этой строчкой. При этом курсор исчезает и активируется (начинает мерцать) цифра, на которой стоял курсор. Таким образом, строчка часов-минут готова к редактированию. Кнопками курсора Вверх/Вниз устанавливаем необходимую цифру, затем переходим к соседней цифре с помощью кнопок курсора Вправо/Влево, устанавливаем ее и так до конца строчки. При этом каждое новое активированное знакоместо, в которое вносятся изменения, начинает мерцать. После окончания работы со строчкой, нажимаем OK, вводя в память установленные цифры. Пульсирующий курсор появляется вновь. Теперь его можно перевести на новую строчку и повторить описанную процедуру редактирования. После окончания редактирования последовательным нажатием кнопки ESC возвращаемся в исходное меню.

Для ускорения выбора требуемого имени реле, функции или их номера из предлагаемого длинного списка, можно задержать кнопку управления курсором в нажатом состоянии, тогда список начинает прокручиваться автоматически. Если кнопку отпустить в нужный момент, прокрутка прекратится. Это удобно, например, при выборе номера катушки реле из предлагаемого списка от 1 до 32 номеров.

5.3. Работа со схемой соединений

Схема соединений размещается на специальном поле. Поле представляет собой скрытую сетку, которая содержит 256 строк и на которую можно наносить схему соединений. В каждой строке может быть размещено 4 контакта и 1 катушка. Схема должна состоять из коротких, логически завершенных строчек. Каждая строчка должна начинаться контактом, а заканчиваться катушкой какого-либо реле. Между контактами и катушкой прокладываются связывающие их линии. Линии могут ответвляться вверх и вниз и соединяться с линиями других строчек. Как указывалось в обзоре, Ж-К дисплей реле имеет ограниченные возможности по размещению информации, поэтому на дисплее показывается только часть поля, на котором изображается схема. Для улучшения читабельности применяются крупные знаки, поэтому в пределах одного экрана на дисплее можно наблюдать три цепи схемы и строку состояния. В одной строке схемы одновременно может быть отображено два контакта или один контакт и катушка. Перемещение от начала до конца строки и по строчкам производится с помощью курсора. Контактам можно придавать прямое и инверсное значение. Например, контакт релейного выхода *Q* обозначает замыкающий контакт. Этот же контакт можно обозначить как $\overline{Q}$ (нажатием кнопки ALT) и в этом случае он начинает исполнять роль размыкающего контакта. Количество контактов одного и того же элемента и одного названия в схеме не ограничивается. Хотя физически, например, у выходного реле Q01, имеется всего один замыкающий контакт. К катушкам, наоборот, применяется строгое требование: одну катушку можно использовать только один раз и в одной цепи. Катушка здесь рассматривается как некоторый аналог исполнительного органа рассматриваемого функционального элемента, и при программировании обозначается различными символами, например {Q01. Многие функциональные элементы имеют по две и более катушек. Например, счетчик С имеет 4 катушки: счетную, изменения направления счета, установки начального значения и сброса в ноль. Каждому модулю или катушке соответствует один или несколько контактов, имеющих различное назначение. Например, у выходного реле и реле – маркера имеется только один одноименный контакт. У счетчика имеются четыре контакта, среди них, например C01CY, замыкающийся при переполнении счетчика и C01ZE, замыкающийся, когда на выходе счетчика устанавливается ноль. Существуют функциональные модули, у которых имеются контакты, но отсутствуют катушки, например модуль арифметических операций AR.

Напомним, что вводить схему соединений или производить в ней изменения можно только в режиме STOP. Если схема соединений была защищена паролем, то его необходимо снять. Пройдя последовательно меню: Status display – OK – Main menu – OK – Program... - OK - Program... - OK - Circuit diagram, получаем кадр дисплея схемы соединения (Circuit diagram display) (*рис. 5.5*).

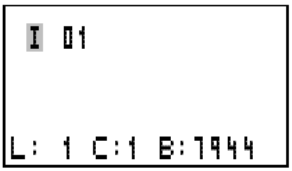


Рис. 5.5. Начальный кадр дисплея схемы соединений

По умолчанию в начале кадра устанавливается контакт цифрового входа I1 (на дисплее I01). В кадре присутствует также курсор в форме мерцающего черного прямоугольника. В нижней части кадра находится строка состояния, в которой обозначаются координаты курсора и емкость свободной памяти (в режиме работы на этом месте появляется RUN):

- L – номер строки схемы (от 1 до 256);
- C – номер позиции контакта или катушки в строке (от 1 до 5);
- B – количество свободных бит памяти (начальное значение 7944).

Номера катушек и их свойства выбираются из предлагаемого списка. Программирование осуществляется «прокручиванием» списка и выбором требуемого наименования.

Подведя курсор к I, и нажав на OK, мы активируем название контакта или принадлежность его к определенному функциональному реле. Нажимая кнопки курсора Вверх/Вниз просматриваем возможные названия контакта и выбираем нужное. Их здесь имеется несколько десятков, и мы с ними познакомимся при рассмотрении принципа действия функциональных блоков. Здесь ограничимся следующим примером типовой схемы магнитного пускателя (*рис. 5.6*).

Контакт выходного реле Q1 подключает к шине питания осветитель H1, если на входы I1 и I2 подан сигнал. Для включения необходимо нажать на кнопку S1 (кнопка Пуск). После нажатия на кнопку S2 (кнопка Стоп) осветитель должен отключиться. При коммутации нагрузки большей мощности или трехфазной нагрузки контакт Q1 устанавливается в цепи катушки соответствующего контактора или магнитного пускателя.

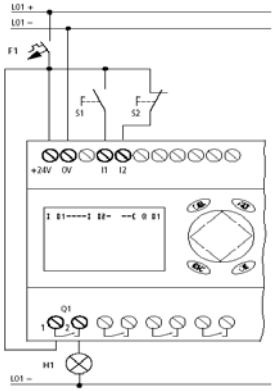


Рис. 5.6. Схема включения осветителя

Принципиальная схема, набранная на экране дисплея, показана на рис. 5.7. После установки контакта входа I01 нажимаем OK, затем кнопку курсора Вправо. Теперь можно провести линию связи. После нажатия на кнопку ALT появляется стрелка ↙, указывающая на место начала линии. Нажимая на соответствующую кнопку курсора, проводим линию связи слева направо. При одном нажатии, проводится одна линия, связывающая два соседних контакта. После нажатия OK можно устанавливать следующий контакт. Можно сразу провести линию

связи до конца строки путем нескольких нажатий на кнопку курсора, затем вернуть курсор назад и «посадить» контакт на уже проведенную линию нажатием на OK. При ошибочной установке линии ее можно удалить нажатием DEL.

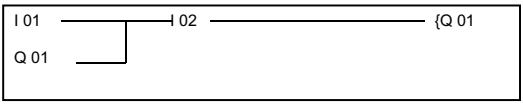


Рис. 5.7. Пример набора схемы управления осветителем (рис. 5.6)

По окончании работы со схемой нажимаем кнопку ESC для выхода. При этом на экране возникает слово SAVE (СОХРАНИТЬ) в затененном окне. Подтверждаем команду на сохранение нажатием на OK и выходим в окно предыдущего меню.

Кнопка ESC предоставляет также дополнительные возможности и удобства при работе со схемой. После нажатия на ESC с помощью стрелок курсора Вверх/Вниз можно в затемненном окне просмотреть следующие меню.

В режиме STOP:	**В режиме RUN:**
SAVE	ABORT
ABORT	GO TO
GO TO	SEARCH
SEARCH	

где **SAVE** – при нажатии OK – сохранить схему и выйти в предыдущее меню.

ABORT – при нажатии OK – выйти в предыдущее меню, без сохранения.

GO TO – перейти к требуемой строке программы;

после нажатия OK возникает строка состояния, в которой можно ввести координаты строки, куда следует установить курсор;

после нажатия OK курсор устанавливается на первом контакте требуемой строки.

SEARCH - найти требуемое реле: установить название контакта реле и его номер или название катушки и ее номер, нажать OK;

курсор устанавливается в соответствующем месте схемы.

По умолчанию в режиме STOP предлагается SAVE, а в режиме RUN предлагается ABORT.

Ниже приводятся рекомендации, полезные при программировании схемы соединений:

■ Реле автоматически устанавливает линию связи, по мере установки следующего контакта или катушки.

■ Не пытайтесь устанавливать в строке более 4-х контактов, например за счет искусственной связи двух строк. Установка более 4-х контактов последовательно воспринимается как ошибка. Если по логике схемы в одной цепи находится более 4 контактов, используйте промежуточное или маркерное реле M. На катушку этого реле подается питание через 4 контакта, а в следующей строке контакт M соединяется последовательно с остальными контактами и подает питание на катушку функционального модуля.

- Схему следует прокладывать только слева направо.
- Для удаления соединения установите курсор на контакт или катушку, находящиеся справа от соединения, которое надо удалить. Нажмите ALT для активации соединения, а затем DEL.
- В первую очередь удаляются вертикальные соединения, а затем горизонтальные.
- Установить новую строку в уже набранной диаграмме можно нажатием на ALT, если курсор стоит в первой позиции.
- Если в режиме RUN при просмотре схемы соединений нажать ALT, то на экране появится сжатое по горизонтали изображение схемы, на котором одновременно можно наблюдать в упрощенном виде все 4 контакта и катушку реле. Ввиду недостатка места, в строке состояния указывается имя только того контакта или катушки, на котором установлен курсор.

5.4. Тестирование схемы соединений

Тестирование (проверка) собранной схемы производится в режиме RUN. Входим в меню ПРОГРАММИРОВАНИЕ, и, например, при управлении осветителем, нажимая на кнопки S1 и S2, прослеживаем правильность срабатывания выходного реле Q1. Линии соединений, по которым в данный момент «протекает ток» выделяются двойной линией. При возврате к дисплею состояния можно проконтролировать поступление сигналов на входы I1 и I2, а также активирование выхода Q1. Кроме этого, можно услышать характерный щелкающий звук при включении реле Q1. Применение P – кнопок создает дополнительные удобства для наладки и тестирования системы.

Внимание! При тестировании схемы и проведении наладочных работ важно соблюдать меры безопасности. В неполностью отлаженной схеме возможны неправильные действия, неправильные включения механизмов и систем, что может привести к материальным потерям или травмированию персонала. Для исключения таких случаев следует отключать питание исполнительных устройств.

В некоторых случаях необходимо исключить автоматическое начало работы реле при подаче питания. Для этого в системном меню необходимо снять флажок с функции RUN MODE. В этом случае при подаче питания реле автоматически переходит в режим STOP, даже если был установлен режим RUN. Дальнейшее функционирование возможно только с санкции оператора, если перевести реле снова в режим RUN

5.5. Меры против дребезга контактов

Реальные контакты, устанавливаемые в цепях цифровых входов, могут проявлять эффект так называемого дребезга, когда вместо одного уверенного замыкания контакта наблюдаются несколько микрозамыканий и размыканий. Если эти контакты управляют реальными же устройствами, то они, в силу своей электромагнитной и механической инерционности, чаще всего не реагируют на дребезг. В программной форме быстродействие элементов намного выше и они успевают отработать каждое замыкание и размыкание во время дребезга входного контакта. Это вызывает различные нежелательные последствия, напри-

мер, при замыкании контакта в цепи счетного входа счетчика, вместо 1 импульса фиксируются 2 или более импульсов.

Если ввести небольшую задержку во времени срабатывания исполнительных элементов, то можно избежать этого нежелательного эффекта. Выполняет эту функцию специальная программа противодребезга контактов (DEBOUNCE). Эта функция находится в системном меню. Для ее активации следует установить флажок против ее названия, нажатием на кнопку OK. Этой же кнопкой режим противодребезга можно отменить.

5.6. Особенности применения P – кнопок

P – кнопки или P – button (P 01...P 04) – это 4 дополнительные кнопки для подачи команд управления, в качестве которых используются кнопки управления курсором. Активировать эти кнопки можно в системном меню. При наборе схемы соединения они устанавливаются и используются так же, как и контакты входа I. Их можно использовать как самостоятельные органы управления, например для пуска системы. Но также можно использовать для удобства наладки, как имитаторы срабатывания других контактов. Например, кнопку P01 заранее располагают в схеме, параллельно с каким-либо из территориально удаленных контактов (рис. 5.8). Тогда, при наладке схемы, нажатие на P01 имитирует срабатывание этого удаленного контакта.

Эти кнопки удобно также использовать для контроля или тестирования каких-либо цепей, например исправности цепи аварийной звуковой или световой сигнализации.

Если P – кнопки активированы, то это находит отражение на дисплее состояния (появляется буква P). Действие этих кнопок возможно только в режиме RUN, поскольку в других режимах и в других меню они имеют иное назначение.

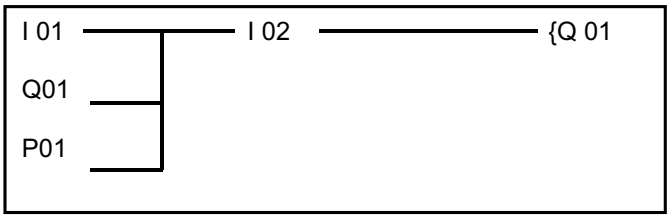


Рис. 5.8. Пример использования P – кнопки

5.7. Сохранение и загрузка программы с помощью внешних устройств

В EASY800 возможны два способа сохранения схемы соединений и настроек модулей при использовании внешних устройств:

в модуле памяти (карте памяти);

в персональном компьютере с использованием программы EASY-SOFT.

Разработанная и сохраненная программа может быть перегружена в EASY800, отредактирована и запущена. Программа сохраняется в реле до тех пор, пока она не будет переписана или удалена.

Карта памяти.

Карта памяти, содержащая схему соединений, включается в интерфейс EASY800. Реле работает в соответствии с его типом, настройками и уставками. Действующая программа сохраняется в карте памяти.

При наличии у реле дисплея.

Карта памяти вставляется в специальный разъем реле в обесточенном состоянии. В режиме STOP необходимо зайти в системное меню, установить CARD MODE и загрузить программу.

В случае отсутствия дисплея.

Карта памяти вставляется в специальный разъем реле в обесточенном состоянии. После установки карты памяти в реле, программа загружается автоматически, сразу же после подключения питания.

EASY-SOFT

С помощью персонального компьютера программа создается и тестируется. Законченная программа передается в реле через специальный кабель.

6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЛЕ И МОДУЛИ

6.1. Функциональные реле

Функциональные реле могут иметь одну или несколько катушек и, как минимум, один контакт. При отсутствии питания катушка находится в невозбужденном, неактивированном состоянии, или состоянии 0. При подаче (имитации подачи) питания, катушка переходит в возбужденное, активированное состояние, или состояние 1. Если нормальное состояние контакта при невозбужденной катушке открытое или разомкнутое (состояние 0), то при возбуждении катушки контакт замыкается, то есть переходит в состояние 1. В программной форме нормальное состояние катушки или контакта можно изменять на противоположное.

В программируемых реле EASY кроме обычных операций включения и выключения реле могут применяться более сложные функции. Каждой из катушек может быть присвоена одна из следующих семи функций (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Обозначения и функции катушек

Изображение на дисплее	Функция катушки	Примеры обозначения
[	Замыкатель (реле, контактор)	[Q01
⌐	Импульсное реле, эффект триггера	⌐ Q01
S, R	Установка в 1 (S) или в 0 (R) Реле с механической блокировкой	SQ01, RQ01
]	Инверсный замыкатель, негативная катушка	] Q01
⌐	Формирователь импульса по переднему фронту	⌐ M
⌊	Формирователь импульса по заднему фронту	⌊ M

Указанные функции могут быть применены к катушкам следующих реле и модулей:

- Q – катушка выходного реле;
- M – катушка реле – маркера;
- : – катушка модуля перехода;
- D – катушка модуля вывода текста;
- S – катушка выходного реле модуля расширения.

6.1.1. Катушка с функцией замыкателя (реле, контактор)

Выходной сигнал следует немедленно после подачи входного сигнала и реле работает как замыкатель (контактор) (рис. 6.1).

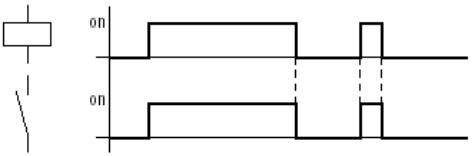


Рис. 6.1. Диаграмма сигналов функции замыкателя

6.1.2. Импульсное реле

Реле переключается каждый раз, когда входной сигнал изменяется от 0 до 1.

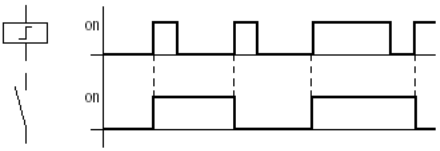


Рис. 6.2. Диаграмма работы импульсного реле

Это реле выполняет функцию триггера или делителя на 2. При подаче на катушку 1-го импульса оно включается, при подаче 2-го импульса выключается.

Катушка автоматически отключается, при отключении питания и если EASY находится в режиме STOP.

6.1.3. Реле с механической блокировкой (реле с защелкой)

S, R

Для создания реле с такими свойствами используются функции S (SET) и R (RESET). Функция S в данном случае понимается как установка в 1, а функция R как сброс в 0, рис. 6.3.

Реле имеет следующий алгоритм работы:

- для включения реле достаточно короткого импульса на катушке S, далее реле остается включенным (становится на защелку), участок A диаграммы;
- выключение реле, в этом случае, происходит при подаче импульса на катушку R;

- если на катушке S сохраняется сигнал, то при включении R выходной контакт реле размыкается только на время действия сигнала R, участок B диаграммы;
- для выключения реле следует снять сигнал с катушки S и подать на катушку R.

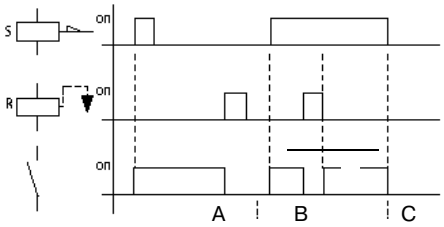


Рис. 6.3. Диаграмма работы реле с механической блокировкой

6.1.4. Особенности применения функций S и R

Эти функции применяются всегда как парные. Реле или модуль, для которых используются эти функции, должны иметь соответствующие катушки, имеющие дополнительные обозначения, например S Q 01, R Q 01 (*рис. 6.4*). Катушка, обозначенная R, имеет приоритет перед катушкой S.

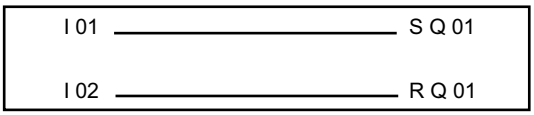


Рис. 6.4. Пример присвоения выходному реле Q1 свойств S и R

6.1.5. Инверсная функция замыкателя (негативная катушка)

Функция такого реле противоположная (негативная) по отношению к обычному реле, п.6.1.1. Диаграмма работы такого реле изображена на *рис. 6.5*.

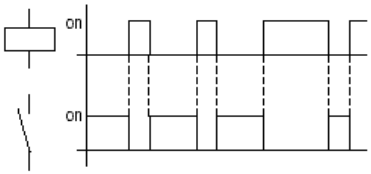


Рис. 6.5. Диаграмма работы инверсного

При подаче сигнала на катушку реле отключается, а при отключении катушки включается. Эта функция дублирует другую функцию – изменение вида контакта из замыкающего на размыкающий. Ее удобно применять, если необходимо изменить на противоположную логику включения всех контактов, управляемых от одной катушки.

6.1.6. Реле с включением по переднему фронту импульса

Выходной контакт реле замыкается при прохождении переднего фронта импульса и затем размыкается, независимо от ширины поданного на катушку импульса (*рис. 6.6*). Такое реле можно считать релейным аналогом устройства дифференцирования по переднему фронту сигнала.

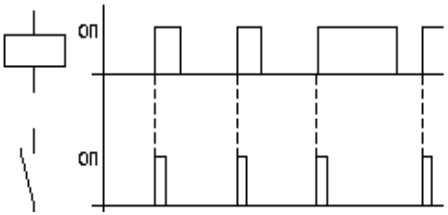


Рис. 6.6. Диаграмма работы реле с включением по переднему фронту

6.1.7. Реле с включением по заднему фронту импульса

Выходной контакт реле замыкается при прохождении заднего фронта импульса и затем размыкается, независимо от ширины промежутка между поданными на катушку импульсами (*рис. 6.7*). Такое реле можно считать релейным аналогом устройства дифференцирования по заднему фронту сигнала.

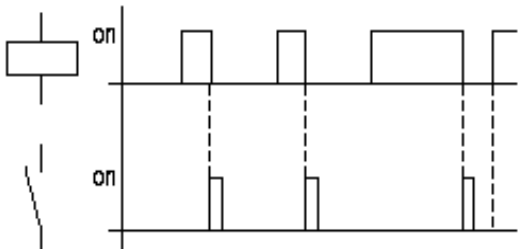


Рис. 6.7. Диаграмма работы реле с включением по заднему фронту сигнала

6.1.8. Особенности применения реле с включением по заданному фронту и

Длительность выходного импульса реле с такими функциями точно не указывается, но она достаточна для применения их контактов в цепях других реле и модулей в программной форме. Для включения физически существующих выходных реле Q ширины сформированного сигнала недостаточно и выходные реле не успевают включиться. Кроме этого, существуют ограничения по быстродействию Ж-К дисплея. Процессы в миллисекундном диапазоне не нем не отображаются. Потому не рекомендуется применять функции формирования сигнала по заданному фронту непосредственно для выходных реле Q. Если необходимо включить реле Q от такого узкого импульса, или обнаружить на дисплее срабатывание других реле, то для этого надо придать им функцию реле с защелкой, п. 6.1.3.

6.1.9. Реле – маркеры

В реле EASY800 имеются реле – маркеры, выполняющие роль вспомогательных или промежуточных реле, и имеющие обозначение M. Реле делятся на несколько типов, в зависимости от объема информации, которой они управляют. Простейший вариант (реле M) выполняет функции обычного реле, имеющего два состояния контакта: замкнутое и разомкнутое (1 бит). Для управления константами, переменными и текстовыми модулями требуется управление большим количеством информации. Для этого применяются следующие реле:

- MD 32 бит (double word – двойное слово);
- MW 16 бит (word – слово);
- MB 8 бит (байт);
- M 1 бит.

Имеется возможность использования до 96 реле – маркеров. При «ручном» вводе информации реле EASY800 предоставляет возможность использования только маркера M. Использование маркеров MD, MW и MB возможно только при составлении программы на компьютере с использованием EASY-SOFT.

6.2. Функциональные модули

Реле серии EASY800 предоставляет возможность использования при проектировании следующих функциональных модулей:

- компаратор аналоговых величин/триггер (только для исполнения 24 В DC);
- модуль арифметических операций: суммирование, вычитание, умножение, деление;
- модуль логических операций: И, ИЛИ, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, НЕ;
- счетчики импульсов в прямом и обратном направлении с установкой верхнего и нижнего пределов срабатывания и переустановкой текущей величины;
- счетчики частоты;
- быстрые счетчики;

- счетчики приращения кодированных величин;
- компараторы;
- тексты, в том числе свободно редактируемые;
- модуль данных;
- модуль сброса (мастер сброса);
- модуль получения данных из сети NET;
- таймеры:
  - недельные (день недели, время);
  - годовые (год, месяц, день);
- счетчик часов работы;
- модуль вывода данных в сеть NET;
- модуль синхронизации даты и времени в сети NET;
- реле времени.

Функциональные модули сконструированы таким образом, чтобы элементы выхода одних устройств могли быть использованы непосредственно для входов других устройств. Это дает возможность, читая схему соединений, всегда иметь представление о том, какие модули и элементы взаимодействуют друг с другом.

В табл. 6.2 указаны названия всех модулей и элементов, а также соответствующие им катушки и контакты реле EASY800, доступные при программировании в «ручном» режиме.

Таблица 6.2. Характеристика модулей и элементов EASY800

Усл. обозн.	Название модуля или элемента	Наименование катушек (пример) и их функциональное назначение	Обозначение контактов (пример) и условие срабатывания
I	Цифровой вход	Нет	I01- внешний сигнал
Q	Цифровой выход	Q01- обычная катушка SQ01- с защелкой RQ01- сброс защелки	Q01 – релейный или транзисторный, от катушки Q01
P	P – кнопка	Нет	P01- нажатие кнопки курсора
R	Цифровой вход модуля расширения	Нет	R01 – внешний сигнал
RN	Цифровой вход в сети NET	..SN01- включение контакта ..RN01	..RN01 от катушки ..SN01
S	Цифровой выход модуля расширения	S01- обычная катушка SS01- с защелкой RS01- сброс защелки	S01 – релейный или транзисторный, от катушки S01

Таблица 6.2. Характеристика модулей и элементов EASY800 (продолжение)

SN	Цифровой выход в сети NET	..SN01- включение контакта ..RN01	..RN01 от катушки ..SN01
ID	Диагностика сети NET	Нет	ID01 – неисправность станции или сети
M	Реле – маркер (промежуточное реле)	M01- обычная катушка SM01- с защелкой RM01- сброс защелки	M01 – от катушки M01
:	Модуль перехода в схеме соединений	:01- обычная катушка S:M01- с защелкой R:M01- сброс защелки	:01 – от катушки :01
A	Аналоговый компаратор	Нет	A01Q1 - по условию >, <, =
AR	Модуль арифметики	Нет	AR01CY- переполнение AR01ZE - ноль
BV	Модуль логических операций	Нет	BV01ZE – ноль
C	Счетчик	C01C- счетный вход C01D- изменение направления счета C01SE- установка начального значения C01RE- сброс в ноль	C01OF- условие >, = C01FB- условие <, = C01CY- переполнение C01ZE- ноль
CF	Счетчик частоты	CF01EN- разрешение счета	CF01OF- условие >, = CF01FB- условие <, = CF01ZE- ноль
CH	Быстрый счетчик	CH01EN- разрешение счета CH01D- изменение направления счета CH01SE- установка начального значения CH01RE- сброс в ноль	CH01OF- условие >, = CH01FB- условие <, = CH01CY- переполнение CH01ZE- ноль
CI	Счетчик приращения	CI01EN- разрешение счета CI01SE- установка начального значения CI01RE- сброс в ноль	CI01OF- условие >, = CI01FB- условие <, = CI01CY- переполнение CI01ZE- ноль
CP	Цифровой компаратор	Нет	CP01GT- условие >,= CP01LT- условие <,= CP01EQ- условие =
D	Модуль вывода текста	D01EN- разрешение SD01EN- с защелкой RD01EN- сброс защелки	D01Q1 – от катушки D01

Таблица 6.2. Характеристика модулей и элементов EASY800 (оканчание)

DB	Модуль данных	DB01T	DB01Q1- от катушки DB01T
GT	Модуль получения информации	Нет	GT01Q1
HW	Недельный таймер	Нет	HW01Q1- по установленному времени
HY	Годовой таймер	Нет	HY01Q1- по установ-ленному времени
MR	Модуль сброса	MR01T	MR01Q1 – от катушки MR01T
OT	Счетчик часов работы	OT01EN- разрешение OT01RE- сброс	OT01Q1 – от катушки OT01 по заданному времени
PT	Модуль вывода данных в сеть	PT01T	PT01Q1
SC	Модуль установки даты/времени в сети	SC01T	SC01Q1
T	Реле времени	T01EN- разрешение T01ST- приостановка T01RE- сброс	T01Q1 – от катушки T01 по установленной функции

6.2.1. Меню параметров функциональных модулей

В отличие от простых релейных элементов, задание параметров которых производится непосредственно в схеме соединений, для функциональных модулей требуется вводить и редактировать большее количество параметров. Поэтому для настройки функциональных модулей и реле времени применяются специальные меню, располагаемые вне схемы соединений (рис. 6.8). Редактирование меню конкретного функционального модуля выполняется слева направо, сверху вниз. Перемещения по позициям дисплея и установка необходимых имен, переменных, констант и пр. осуществляются с помощью кнопок управления курсором и кнопки OK. Знак « > », применяемый в меню, обозначает источник и направление передачи информации: >X для входа и X> для выхода. Имена модулей, названия функций и входных/выходных величин будут рассмотрены при описании конкретных функциональных модулей.

Войти в меню редактирования параметров функциональных модулей можно двумя путями. Первый раз в это меню мы попадаем автоматически из поля схемы соединений, как только установим первый контакт или катушку функционального модуля. Имя функции и номер в меню уже присутствуют, необходимо только закончить первую строчку меню, то есть указать выбранную функцию и

доступ к параметрам дисплея. После нажатия OK мы вновь возвращаемся к схеме соединений и продолжаем работу с ней.

Повторно в меню параметров функциональных модулей можно попасть через меню PROGRAM...; FUNCTION RELAYS. Сначала показывается окно со списком зарегистрированных функциональных модулей. Выбрав требуемый модуль, попадаем в меню этого модуля и устанавливаем значения всех предлагаемых параметров. При выходе (ESC) из меню модуля вновь попадаем в окно общего списка, выбираем следующий для редактирования модуль и повторяем указанные операции. При выходе из окна общего списка следует предложение о сохранении (SAVE) введенных параметров. Выход выполняется после нажатия OK.

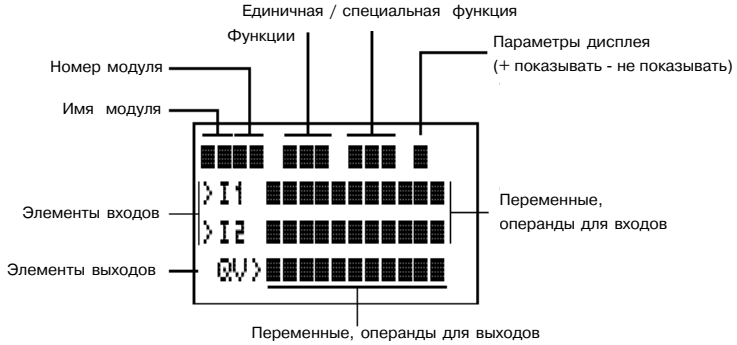


Рис. 6.8. Типовая структура меню для настройки функциональных блоков

При входе в меню функциональных модулей в режиме RUN можно редактировать численные значения уставок и наблюдать реальные текущие значения всех параметров, что дает несомненные удобства. Например, контроль и настройку модуля аналогового компаратора, можно выполнять без специальных измерительных приборов. Можно наблюдать текущее и установленное время, текущее и установленное количество импульсов счетчика и пр. Текущие величины можно комбинировать с текстовой информацией и выводить на отдельно редактируемый дисплей в текстовом режиме.

Можно заказать сохранение текущей величины модуля (текущее время уставки реле, количество подсчитанных импульсов) при переходе в режим STOP или при отключении питания. Для этого номер модуля должен быть выделен в меню SYSTEM – RETENTION. Операция сохранения выполняется в режиме STOP или при отключении питания.

6.2.2. Аналоговый компаратор (A)

Требования к объему памяти для одного аналогового компаратора 68 байт плюс 4 байта для констант на аналоговых входах.

Сравнению подлежат аналоговые величины от 0 до 10 В. В качестве аналоговых входов используются входы I7, I8, I11 и I12. При программировании им присваиваются наименования

- I7 = IA01;
- I8 = IA02;
- I11 = IA03;
- I12 = IA04.

Количество функциональных модулей для сравнения аналоговых величин (компараторов) – до 32, которые имеют, соответственно, 32 выходных контакта от A01 Q1 до A32 Q1.

Сравниваться могут только две величины, обозначаемые >I1 и >I2. Существует три режима работы компаратора аналоговых величин:

- LT: выполняется условие >I1 less than >I2 (меньше, чем);
- GT: выполняется условие >I1 greater than >I2 (больше, чем);
- EQ: выполняется условие >I1 equal to >I2 (равно).

Дисплей установки параметров компаратора аналоговых величин выглядит следующим образом (рис. 6.9).

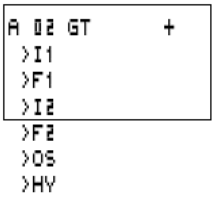


Рис. 6.9. Дисплей установки параметров аналогового компаратора

На дисплее изображено:

A 02 – название и номер функционального модуля аналогового компаратора (от A01 до A32);

- GT – режим работы компаратора (или EQ, LT);
- >I1 - первая сравниваемая величина;
- >I2 – вторая сравниваемая величина;
- >F1 – коэффициент усиления для >I1 (>I1 = величина 1 x >F1);
- >F2 – коэффициент усиления для >I2 (>I2 = величина 2 x >F2);
- >OS – смещение (offset) или коррекция для величины >I1;
- >HY – переключение гистерезиса для величины >I2 (величина HY используется для положительного и отрицательного гистерезиса);
- + доступ к параметрам реле.

Входные элементы >I1, >I2, >F1, >F2, OS и >HY могут быть следующими операндами:

- аналоговыми входами от IA01 до IA04;
- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- текущей величиной ...QV другого функционального модуля.

При введении константы рекомендуется начать с нажатия нижней кнопки курсора, во избежание многократных нажатий при переборе функций.

При установке констант и других величин следует учитывать, что процессор EASY оперирует не вольтами, а числами. На аналоговых входах производится

аналого-цифровое преобразование информации, исходя из соотношения: 10В соответствуют десятичному числу 1023. Для практической работы можно с небольшой ошибкой (примерно 2%) принять, что 10В соответствует числу 1000. Поэтому, если надо, например, установить на входе >I2 константу 7В, то необходимо устанавливать число 700. Это же относится к смещению и гистерезису. При недопустимости указанной ошибки следует руководствоваться точным значением 1023, тогда 7В будет соответствовать числу 716.

Коэффициенты усиления >F1 и >F2 применяются для масштабирования, если сравнение надо производить не в числах, пропорциональных Вольтам, а в других физических величинах, например в градусах, Барах и др. Они могут применяться также, если приходится вести операции с дробными величинами, а их округление до целого приводит к недопустимым ошибкам. Коэффициенты могут быть величиной меньше нуля, тогда возможно отображение отрицательных чисел, например отрицательной температуры.

Гистерезис для функций LT и GT всегда действует с одним знаком, а при использовании функции EQ с двумя знаками, независимо от установленного знака.

На *рис. 6.10*. показаны три варианта настройки аналогового компаратора, участки A, B, C.

Обозначения величин:

1. – Текущая величина >I1
2. – Установленная величина >I2
3. – Гистерезис >HY
4. – Выходной замыкающий контакт компаратора
5. – Смещение для величины >I1
6. – Текущая величина плюс смещение

Пример настройки компараторов для реализации участков диаграммы, приведенных на рис. 6.10, дается в следующей таблице. Все три компаратора имеют один аналоговый вход и единую уставку. Для примера приняты следующие величины:

Уставка по входу >I2 = 7 В.

Смещение для входа I1 OS = +2 В

Гистерезис >HY = ± 1 В

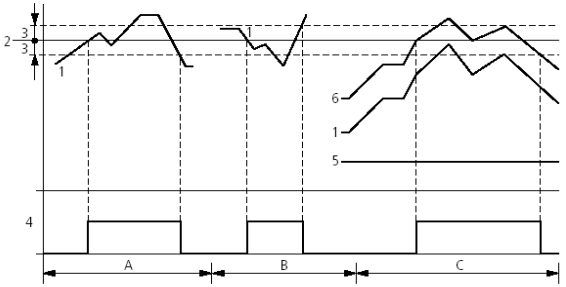


Рис. 6.10. Диаграммы работы аналогового компаратора

Наименование	Участок A	Участок B	Участок C
Имя и номер функционального модуля	A01	A02	A03
Выполняемая функция	GT	LT	GT
Номер входа для >I1	IA01	IA01	IA01
Коэффициент усиления для >I1	+1	+1	+1
Уставка по входу >I2	+700	+700	+700
Коэффициент усиления для >I2	+1	+1	+1
Смещение >OS	+0	+0	+200
Гистерезис >HY	-100	+100	-100
Выходной контакт,4	A01Q1	A02Q1	A03Q1

Опишем работу каждого из компараторов.

Участок A. При увеличении сигнала >I1 выходной контакт 4 замкнется, если текущая величина станет больше уставки >I2, или 7 В. При уменьшении сигнала >I1 контакт разомкнется, когда текущая величина станет меньше заданной с учетом отрицательного гистерезиса, то есть при 6 В.

Участок B. При уменьшении сигнала >I1 выходной контакт 4 замкнется, если текущая величина станет меньше уставки >I2, или 7 В. При увеличении сигнала >I1 контакт разомкнется, когда текущая величина станет больше заданной с учетом положительного гистерезиса, то есть при 8 В.

Участок C. Работа на этом участке повторяет работу на участке A, с той разницей, что все переключения происходят при напряжениях на входе >I1 на 2 В меньше.

При установке коэффициента усиления, отличного от единицы, например >F1 = 2 для входа >I1 все описанные действия будут повторяться при напряжении на этом входе в два раза меньшем.

При выполнении операции сравнения EQ, или >I1 = >I2, выходной контакт замыкается, когда две сравниваемые величины будут равны. Размыкается контакт, если разница между ними достигает заданного верхнего или нижнего порога гистерезиса.

6.2.3. Арифметический модуль (AR)

Требуемый объем памяти для одного модуля 40 байт плюс 4 байта для констант входных величин.

Реле EASY800 содержит 32 арифметических модуля от AR01 до AR32.

Выполняются 4 основные арифметические операции:

- ADD – суммирование двух слагаемых >I1 и >I2;
- SUB – вычитание вычитаемого >I2 из уменьшаемого >I1;

- MUL – умножение множителей >I1 и >I2;
- DIV – деление делимого >I1 на делитель >I2.

Дисплей параметров арифметического модуля представлен на рис. 6.11

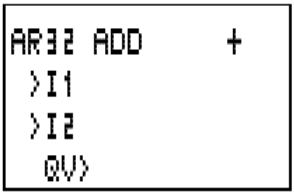


Рис. 6.11. Общий вид дисплея параметров арифметического модуля

На дисплее изображено:
AR32 – арифметический модуль номер 32;
ADD – режим суммирования;
>I1 – первая величина (целое число от -2 147 483 648 до +2 147 483 647);
>I2 – вторая величина (целое число от -2 147 483 648 до +2 147 483 647);
QV> - результат суммирования (или заданного действия).

В качестве входов >I1 и >I2 могут выступать следующие операнды:

- константы;
- маркеры MD, MW, MB;
- аналоговые входы от IA01 до IA04;
- аналоговый выход QA01;
- текущая величина ...QV другого функционального модуля.

В соответствии с принципом действия арифметический модуль не нуждается в катушке и в контактах, поскольку результатом его действия является появление на выходе QV> определенного числа, как результата арифметической операции. В то же время, для фиксирования нештатных ситуаций и возможности реакции на них, в каждом модуле предусмотрены **контакты AR...CY и AR...ZE** (CARRY – переполнение, ZERO - ноль). Эти контакты размещаются в схеме соединений и работают по следующим алгоритмам.

- Контакт AR...CY замыкается при переполнении, то есть при введении или получении числа больше ±2□147□483□647, в том числе и при делении на ноль. При этом на выходе модуля сохраняется результат последнего правильного вычисления.
- Контакт AR...ZE замыкается, если результат вычисления равен нулю. Если такая ситуация возникает в начале работы, то на выходе модуля устанавливается ноль. Например, если в первой же операции происходит попытка деления на ноль, то включаются одновременно и AR...CY и AR...ZE.
- Если при делении получаем число с целой и дробной частью, то дробная часть отбрасывается.
- Если при делении получаем число меньше единицы, то на выходе модуля устанавливается ноль, а в схеме соединений замыкается контакт AR...ZE.

Примеры арифметических операций.

Суммирование

42 + 1000 = 1042

-2048 + 1000 = -1048

2 147 483 647 +1 = переполнение (Carry), на экране показывается предыдущая правильная операция, в схеме соединений замыкается контакт AR...CY.

Вычитание

1134 – 42 = 1092

-4096 – 1000 = -5096

-4096 – (-1000) = -3096

-2 147 483 648 – 3 = переполнение (Carry).

Умножение

12 x 12 = 144

-1000 x 10 = -10 000

1 000 042 x 2 401 = переполнение (Carry).

Деление

1024 : 256 = 4

1024 : 35 = 29 (цифра после запятой отброшена)

1024 : 0 = переполнение (Carry)

-1 000 : 10 = -100

1 000 : -10 = -100

-1 000 : (-10) = 100

10 : 100 = 0 режим Zero, в схеме соединений замыкается контакт AR...ZE.

6.2.4. Модуль логических (Булевых) операций (BV)

Требуемый объем памяти для одного модуля 40 байт плюс 4 байта для констант входных величин.

Реле EASY800 содержит 32 модуля от BV01 до BV02 для выполнения логических операций над величинами.

Модуль логических операций обеспечивает следующие возможности:

- применение двоичного кода;
- модификацию двоичного кода;
- наложение маски на заданные разряды величин.

Модули логических операций не имеют катушек в схеме соединений, но могут иметь контакты от BV01ZE до BV32ZE, реагирующие на нулевое значение выхода модуля.

Возможно выполнение следующих логических операций над двумя величинами:

AND – логическая операция И;

OR – логическая операция ИЛИ;

XOR – логическая операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ;

NOT – логическая операция НЕТ над одной величиной >I1.

Дисплей параметров модуля логических операций имеет следующий вид (*рис. 6.12*).

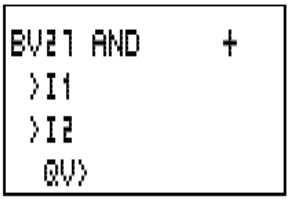


Рис. 6.12. Общий вид дисплея параметров модуля логических операций

На дисплее изображено:
BV21- имя и номер модуля логических операций;
+ - доступ к параметрам дисплея;
AND - функция или режим, выполняемые данным модулем;
>I1 - первая входная величина;
>I2 - вторая входная величина;
QV> - выходная величина.

В качестве параметров модуля логических операций могут применяться только константы.

В качестве входов >I1 и >I2 могут выступать следующие операнды:
- константы;
- маркеры MD, MW, MB;
- аналоговые входы от IA01 до IA04;
- аналоговый выход QA01;
- текущая величина ...QV другого функционального модуля.

Текущая величина ...QV может быть представлена следующими операндами:
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Для выполнения операций входные величины задаются в десятичной форме, затем они внутри модуля преобразуются в двоичную, выполняется заданная логическая операция и результат возвращается в десятичной форме. Старший, 32-й разряд двоичной системы, используется для обозначения знака числа.

Примеры выполнения логических операций.

Логическая операция И
Величина >I1: 13219dec = 0011001110100011bin
Величина >I2: 57193dec = 1101111101101001bin
Результат QV> : 4897dec = 0001001100100001bin.

Логическая операция ИЛИ
Величина >I1: 13219dec = 0011001110100011bin
Величина >I2: 57193dec = 1101111101101001bin
Результат QV>: 65515dec = 1111111111101011bin.

Логическая операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ
Величина >I1: 13219dec = 0011001110100011bin
Величина >I2: 57193dec = 1101111101101001bin
Результат QV>: 60618dec = 1110110011001010bin.

Логическая операция НЕТ

Величина >I1: 13219dec = 0011001110100011bin
Величина >I2: Отсутствует
Результат QV>: 52316dec = 1100110001011100bin

6.2.5. Счетчики (C)

Требуемый объем памяти для одного модуля 52 байт плюс 4 байта для констант входных величин.

Реле EASY800 содержит 32 счетчика с двумя направлениями счета. Счетчик обеспечивает подсчет событий. Возможно введение верхнего или нижнего предела счета. При равенстве текущей величины и уставки включаются соответствующие контакты. Возможна также установка начального значения числа, от которого надо начинать счет.

В схеме соединений счетчик представляется в форме контактов и катушек. Поэтому данный модуль называют также счетным реле. Счетное реле имеет несколько катушек и контактов. Для предотвращения ложных включений каждую катушку счетного реле в схеме соединений можно использовать только в одной цепи.

Дисплей параметров счетчика представлен на рис. 6.13.

На дисплее изображено:

C 20 – название модуля и его порядковый номер;
\+ - доступ к параметрам дисплея;
>SH – установка верхней величины, текущее значение больше или равно уставке;
>SL – установка нижней величины, текущее значение меньше или равно уставке;
>SV – переустановка текущего значения, установка начального значения;
QV> - текущее значение в режиме RUN.

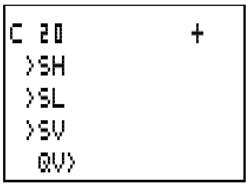


Рис. 6.13. Общий вид дисплея параметров счетчика

Все величины представляются в форме целого числа от –2 147 483 648 до 2 147 483 647. Если текущее число превышает указанное значение, включается контакт C...CY, а на выходе счетчика сохраняется последнее правильное значение.

Входы счетчика >SH, >SL, >SV могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной ...QV другого функционального модуля.

Счет происходит на каждом входе по нарастающему фронту импульса.

Выходная величина QV> может быть представлена операндами:

- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Катушки:

- от C 01C до C 32C: счетные катушки;
- от C 01D до C 32D: задание направления счета: разомкнутый контакт - счет вверх; замкнутый контакт – счет вниз (синонимы: положительное/отрицательное направление счета, позитивное/ негативное);
- от C 01RE до C 32RE – сброс текущего значения на ноль;
- C 01SE C 32SE – установка начального значения, переустановка текущего значения.

Контакты:

- от C 01OF до C 32OF: текущее значение $\geq$ уставки верхней величины;
- от C 01FB до C 32FB: текущее значение $\leq$ уставки нижней величины;
- от C 01ZE до C 32ZE: текущая величина равна нулю;
- от C 01CY до C 32CY: превышение допустимой величины или переполнение счетчика.

Сохранение текущего значения

Счетные реле могут иметь режим с сохранением текущего значения. Номер реле с сохранением может быть выбран в меню SYSTEM... RETENTION... Сохранение текущего значения требует 4 дополнительных байта памяти. У реле с сохранением текущая величина сохраняется при переходе из режима RUN в режим STOP, а также при отключении питания.

Рассмотрим пример работы счетчика номер 20 в соответствии со схемой соединений, приведенной на рис. 6.14.

Рис. 6.14. Пример схемы соединений катушек и контактов счетчика C 20

Диаграмма работы счетчика приведена на рис. 6.15. На 11 уровнях диаграммы обозначено следующее.

1. Входные сигналы, подаваемые на катушку C 20C.
2. Уставка верхнего значения счета >SH.
3. Переустановка начала счета >SV.
4. Уставка нижнего значения счета >SL.
5. Сигнал на катушке изменения направления счета C 20D.
6. Диаграмма работы катушки C 20SE переустановки счетчика.
7. Сигнал на катушке C 20RE обнуления счетчика.
8. Диаграмма работы контакта C 20OF (при достижении уставки верхней величины >SH).

9. Диаграмма работы контакта C 20FB (при достижении уставки нижней величины >SL).

10. Диаграмма работы контакта C 20ZE (при нулевом состоянии счетчика).

11. Диаграмма работы контакта C 20CY (при переполнении счетчика).

Рассмотрим работу счетчика на различных участках диаграммы

Участок A

- Начальное положение счетчика нулевое.
- Замкнут контакт C 20ZE, включено выходное реле Q03 (текущая величина равна нулю).
- Замкнут контакт C 20FB, включено выходное реле Q02 (текущая величина меньше установленного уровня >SL).
- Счетчик начинает считать импульсы и текущее значение увеличивается;
- Контакт C 20ZE размыкается, выключается реле Q03.
- Контакт C 20FB размыкается, когда текущая величина сравняется с нижней уставкой >SL, реле Q02 размыкается.

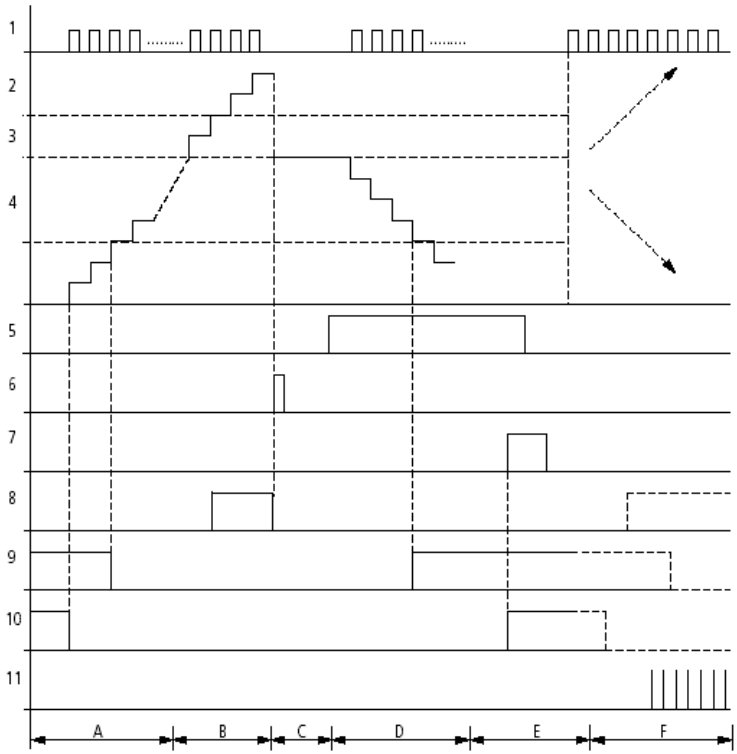


Рис. 6.15. Диаграмма работы счетчика C20

Участок B

- Счетчик считает в направлении вверх и достигает уставки верхней величины >SH.
- Контакт C 20OF замыкается, реле Q01 включается.

Участок C

- Катушка C 20SE кратковременно возбуждается и контакт C 20SE замыкается, что приводит к переустановке счетчика на новое текущее значение (новые начальные условия >SV).
- Контакт C 20OF размыкается, поскольку величина >SV оказывается меньше >SH, реле Q01 размыкается.

Участок D

- При подаче сигнала на катушку C 20D формируются условия счета в обратном направлении (вниз). Этот режим счета будет продолжаться до тех пор, пока катушка C 20D возбуждена.
- При сравнивании с уставкой нижнего значения >SL замыкается контакт C 20FB, включается реле Q02.

Участок E

- При активировании катушки C 20RE происходит сброс счетчика на ноль.
- Контакт C 20ZE замыкается, включается реле Q03.

Участок F

Пример непрерывного счета до переполнения счетчика

- Срабатывают контакты в соответствии с направлением счета (размыкаются C 20ZE, C 20FB, замыкается C 20OF).
- Текущая величина выходит за пределы допустимого значения счетчика.
- Замыкается контакт C 20CY. Контакт работает в импульсном режиме в такт с поступающими на вход сигналами, соответственно в импульсном режиме работает реле Q04 (*рис.6.14*)

6.2.6. Быстрые счетчики

Реле EASY800 содержит несколько модулей, выполняющих функции быстрого счета. Эти модули связаны напрямую с цифровыми входами. Такие счетчики встроены только в реле серии EASY8..-DC..

Возможно выполнение следующих функций:

- счетчики частоты, измерение частоты CF...;
- быстрые счетчики, подсчитывающие быстрые сигналы CH...;
- счетчики инкремента величины, счет двухканальной инкрементальной величины кодированных сигналов CI...

В качестве «быстрых» входов применяются цифровые входы от I1 до I4. Цепи соединения выполняются по следующим правилам:

Каждый вход I... может применяться только с элементами CF, CH, имеющими ту же нумерацию. Для инкрементального шифратора CI используется пара входов:

- I1: CF01 или CH01 или CI01;
- I2: CF02 или CH02 или CI01;
- I3: CF03 или CH03 или CI02;
- I4: CF04или CH04 или CI02.

Например:

- I1: быстрый счетчик CH01;
- I2: счетчик частоты CF02;
- I3: инкрементальный шифратор, канал A CI02;
- I4: инкрементальный шифратор, канал B CI02.

Примечание!

Поскольку вход используется для нескольких целей, будет работать счетчик, имя которого указано в списке элементов. Например, в списке элементов в меню FUNCTION RELAYS указано CH01. Поэтому только CH01 будет получать правильную информацию, хотя доступ от входа I1 имеется ко всем элементам CI01, CF01, CH01.

6.2.6.1. Счетчики частоты (CF)

Требуемый объем памяти для одного модуля 40 байт плюс 4 байта для констант входных величин.

Реле EASY800 содержит 4 счетчика частоты от CF01 до CF04. Счетчики частоты позволяют измерять частоту сигналов. Также можно установить верхний и нижний пределы для сравнения величин.

Входами быстрых счетчиков частоты должны быть непосредственно цифровые входы от I1 до I4.

Катушки CF... счетчиков частоты имеют независимый цикл работы.

Требования к параметрам импульсов:

- максимум измеряемой частоты 5 кГц;
- минимум измеряемой частоты 4 Гц;
- скважность импульсов 1/2.

Методика измерения

Входные импульсы подсчитываются в течение одной секунды в независимом цикле определения частоты. Результат измерения устанавливается на выходе QV соответствующего модуля CF...

Цепи счетчика частоты

Входные цепи распределяются следующим образом:

- I1 является входом для счетчика CF01;
- I2 является входом для счетчика CF02;
- I3 является входом для счетчика CF03;
- I4 является входом для счетчика CF04.

Установка счетчика частоты в схеме соединений

Счетчик частоты устанавливается в схеме соединений в форме катушек и контактов. Для предотвращения ложных срабатываний каждая катушка используется только в одной из цепей схемы. Пример схемы соединения счетчика частоты приведен на рис. 6.16.

Рис. 6.16. Пример схемы соединений катушек и контактов счетчика частоты CF01

Общий вид дисплея параметров счетчика частоты приведен на рис. 6.17.

На дисплее изображены:

CF01 – функциональный модуль – счетчик частоты номер 1;

- - нет доступа к параметрам дисплея;

>SH – установка верхней величины для сравнения по условию больше или равно текущей величине;

>SL - установка нижней величины для сравнения по условию меньше или равно текущей величине;

QV> – текущее значение в режиме RUN.

Рис. 6.17. Общий вид дисплея параметров счетчика частоты CF

Устанавливаемые на дисплее частоты вводятся в виде целого числа в Герцах от 0 до 5000, например 1кГц = 1000.

Режим превышения допустимых значений частоты

Текущее значение частоты не может превышать допустимые максимальные и минимальные значения.

Входы счетчика >SH и >SL могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной ...QV другого функционального модуля.

Выходная величина QV> может быть представлена операндами:

- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Катушки:

- От CF01EN до CF04EN: разрешение счета происходит при подаче на катушку сигнала.

Контакты:

- от CF01OF до CF04OF, текущая частота достигла верхнего установленного значения;
- от CF01FB до CF04FB, текущая частота достигла нижнего установленного значения;
- от CF01ZE до CF04ZE, текущая частота равна нулю.

Сохранение значения

Счетчик частоты не сохраняет фактическое значение при переходе в режим STOP или при отключении питания, так как частота должна измеряться непрерывно.

Временная диаграмма работы счетчика частоты представлена на рис. 6.18. На семи уровнях диаграммы изображено состояние таких сигналов.

1. Сигнал на счетном входе I 01.
2. Уставка верхнего значения частоты >SH.
3. Уставка нижнего значения частоты >SL.
4. Разрешение на счет частоты CF01EN, подается от контакта на входе I 05.
5. Замыкающий контакт CF01OF при превышении уставки верхнего значения частоты.
6. Замыкающий контакт CF01FB при уменьшении частоты ниже уставки нижнего значения.
7. Замыкающий контакт CF01ZE при равенстве нулю текущей частоты (tg – период измерения частоты).

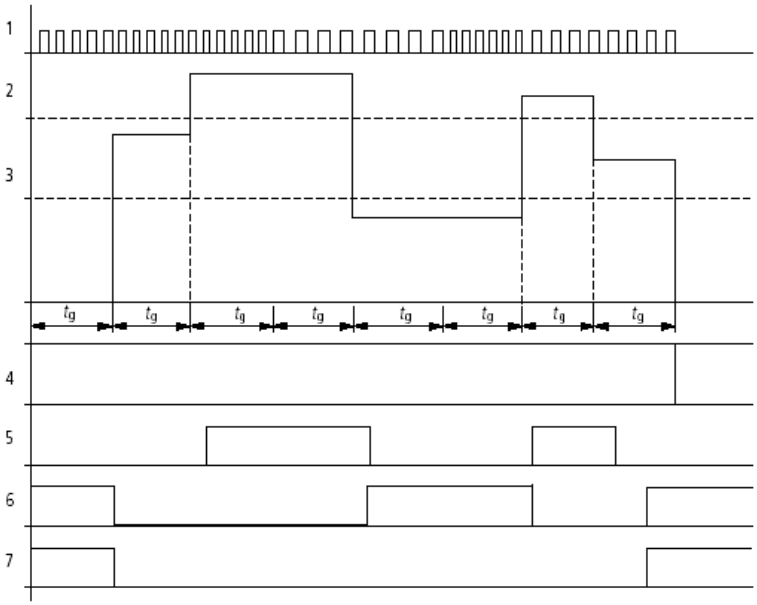


Рис. 6.18. Диаграмма работы счетчика CF01, (см. схему рис. 6.15)

Пояснения к работе счетчика частоты

- Измерения начинаются после подачи разрешающего сигнала на катушку CF01EN. Измеренная величина появляется на выходе счетчика частоты с периодом измерения 1 с.
- Контакты срабатывают в соответствии с измеряемой частотой.
- Если разрешающий сигнал CF01EN снять, то выходная частота счетчика устанавливается в ноль.

6.2.6.2. Быстрые счетчики (CH)

Требуемый объем памяти для одного модуля 52 байт плюс 4 байта для констант входных величин.

EASY800 содержит четыре быстрых, с двумя направлениями счета, счетчика от CH01 до CH04. Вход быстрого счетчика непосредственно связан с цифровым входом от I1 до I4. Эти счетчики позволяют подсчитывать события, не имеющие циклического характера. Можно устанавливать верхние и нижние пределы величины для сравнения с текущим значением. Контакты срабатывают в соответствии с текущим значением. Возможна установка начальной или стартовой величины, от которой необходимо начинать счет. Счетчики имеют независимый цикл работы.

Частота счета и форма импульса

Максимальная частота счета импульсов составляет 5000 Гц. Измеряемые сигналы должны быть прямоугольной формы, со скважностью 1/2.

Входные цепи счетчиков

Номер входной цепи счетчика должен строго соответствовать номеру счетчика

- I1 счетный вход для счетчика CH01;
- I2 счетный вход для счетчика CH02;
- I3 счетный вход для счетчика CH03;
- I4 счетный вход для счетчика CH04.

Для предотвращения неправильных срабатываний контактов необходимо каждую катушку реле использовать только в одной цепи схемы. Также один раз используются входные цепи.

Быстрый счетчик устанавливается в схеме соединений в форме нескольких катушек и контактов. Пример схемы включения быстрого счетчика приведен на рис. 6.19.

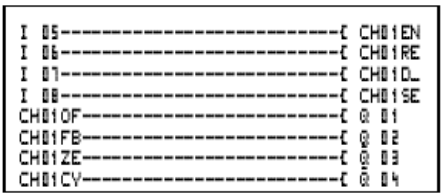


Рис. 6.19. Пример схемы соединения катушек и контактов быстрого счетчика CH01

Общий вид дисплея параметров счетчика представлен на рис. 6.20. На дисплее обозначено:

CH01 – название и номер функционального модуля: быстрый счетчик номер 1;

\+ - имеется доступ к параметрам дисплея;

>SH – верхнее значение установленной величины (условие сравнения: текущая величина больше или равна установленной);

>SL – нижнее значение установленной величины (условие сравнения: текущая величина меньше или равна установленной);

>SV – установка начального значения величины (переустановка);

QV> - текущая величина счетчика в режиме RUN.

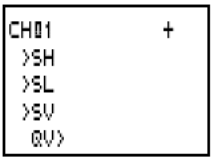


Рис. 6.20. Общий вид дисплея параметров быстрого счетчика CH01

Размер числа

Модуль оперирует с числами от −2147483648 до 2147483647.

В случае превышения допустимой величины

- Замыкается контакт CH..CY.
- На выходе счетчика устанавливается последняя правильная величина.

Входы счетчика >SH, >SL и >SV могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной ...QV другого функционального модуля.

Выходная величина QV> может быть представлена операндами:

- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Катушки:

- от CH01EN до CH04EN: разрешение счета происходит при подаче на катушку сигнала;
- от CH01D до CH04D: определение направления счета, не включенная катушка – вверх, включенная катушка – вниз;
- от CH01RE до CH04RE: установка текущего значения в ноль;
- от CH01SE до CH04SE: установка начального значения, переустановка текущего значения по нарастающему фронту сигнала.

Контакты:

- от CF01OF до CF04OF, текущее значение достигло верхнего установленного значения;
- от CF01FB до CF04FB, текущее значение достигло нижнего установленного значения;
- от CF01ZE до CF04ZE, текущее значение равно нулю;
- от CH01CY CH04CY, переполнение счетчика, текущее значение превысило допустимую величину.

Сохранение текущего значения

Счетные реле могут иметь режим с сохранением текущего значения. Номер реле с сохранением может быть выбран в меню SYSTEM... RETENTION... Сохранение текущего значения требует 4 байта памяти. У реле с сохранением текущая величина сохраняется при переходе из режима RUN в режим STOP, а также при отключении питания.

При запуске счетчика в режиме RUN он начинает работать от нулевого значения.

Диаграмма работы быстрого счетчика полностью соответствует диаграмме обычного счетчика, представленной на рис. 6. 15.

6.2.6.3. Быстрый счетчик приращения кодированной величины (счетчик приращения) (CI)

Требуемый объем памяти для одного модуля 52 байт плюс 4 байта для констант входных величин.

Реле EASY800 содержит два быстрых счетчика приращения кодированной величины CI01 и CI02. В данном случае кодированная величина это две последовательности прямоугольных импульсов, со скважностью 1/2, сдвинутых по фазе на 90 электрических градусов. Такие импульсы вырабатывают, например, фото - импульсные датчики приращения углового перемещения, устанавливаемые на валу двигателя или исполнительного механизма. Общее количество импульсов соответствует угловому перемещению вала, а сдвиг по фазе сигналов в каналах A и B определяет направление перемещения (если в канале A сигнал опережает на 90 эл. град. сигнал канала B, то движение происходит в условном положительном направлении; если сигнал в канале B опережает на 90 эл. градусов сигнал канала A, то в противоположном направлении). Направление вращения определяется в реле автоматически, по анализу чередования нарастающих и спадающих фронтов импульсов. Так же автоматически в этом модуле происходит изменение направления счета счетчика. При условном движении вперед происходит суммирование импульсов, при движении назад – вычитание импульсов. Общее количество подсчитанных импульсов счетчиком оказывается удвоенным, так как один и тот же пройденный путь фиксируется импульсами и в канале A и в канале B. В остальном принцип действия модуля, его параметры и схемотехника, аналогичны рассмотренному быстрому счетчику, п. 6.2.6.2. Можно устанавливать верхний и нижний предел счета для сравнения с текущей величиной, а также сброс в ноль, начальное значение или переустановку начала счета. Счетчик приращения работает по независимому циклу. Максимальная частота счета 3 кГц.

Входы счетчика присоединены непосредственно к цифровым входам I1, I2, I3 и I4. Распределение входов следующее:

- I1 – счетный вход для счетчика CI01, канал A;
- I2 – счетный вход для счетчика CI01, канал B;
- I3 – счетный вход для счетчика CI02, канал A;
- I4 – счетный вход для счетчика CI02, канал B.

В схеме соединений счетчик приращений устанавливается в форме катушек и контактов (рис. 6.21).

Рис. 6.21. Схема соединений счетчика приращений CI01

Катушки:

- от CI01EN до CI02EN: разрешение на начало счета;
- от CI01RE до CI02RE: сброс текущей величины в ноль;
- от CI01SE до CI02SE: переустановка текущего значения по нарастающему фронту сигнала.

Контакты:

- от CI01OF до CI02OF: текущая величина больше или равна установленному верхнему значению;
- от CI01FB до CI02FB: текущая величина меньше или равна установленному нижнему значению;
- от CI01ZE до CI 02ZE: текущее значение равно нулю;
- от CI01CY до CI02CY: текущая величина превышает допустимое значение.

Параметры счетчика приращения устанавливаются с помощью дисплея параметров (рис. 6.22).

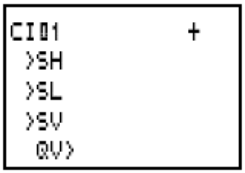


Рис. 6.22. Общий вид дисплея параметров счетчика приращений CI01

На дисплее изображены:

CI01 – условное обозначение и порядковый номер модуля счетчика приращения;

\+ - доступ к параметрам дисплея;

>SH - верхняя уставка величины, для сравнения с текущим значением;

>SL - нижняя уставка величины, для сравнения с текущим значением;

>SV - начальное значение текущей величины или переустановка;

QV> - выходное значение модуля в режиме RUN.

Входы счетчика >SH, >SL и >SV могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной ...QV другого функционального модуля.

Выходная величина QV> может быть представлена операндами:

- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Сохранение текущего значения

Счетные реле могут иметь режим с сохранением текущего значения. Номер реле с сохранением может быть выбран в меню SYSTEM... RETENTION... Сохранение текущего значения требует 4 байта памяти. У реле с сохранением текущая величина сохраняется при переходе из режима RUN в режим STOP, а также при отключении питания.

Если реле запускается в режиме RUN, операции начинаются с нулевого значения текущей величины.

Диаграмма работы счетчика приращений представлена на рис. 6.23. На 12 уровнях диаграммы представлены:

1: импульсные сигналы канала A;
2: импульсные сигналы канала B;
3: верхняя уставка текущей величины >SH;
4: уставка начального значения или переустановка текущего значения >SV;
5: нижняя уставка текущей величины >SL;
6: разрешение счета, катушка CI01EN;
7: переустановка текущего значения, катушка CI01SE;
8: катушка сброса на ноль CI01RE;
9: замыкающий контакт CI01OF (текущее значение равно или больше верхней уставки);
10: замыкающий контакт CI01FB (текущее значение равно или меньше нижней уставки);
11: замыкающий контакт CI01ZE (текущее значение равно нулю);
12: замыкающий контакт CI01CY (текущая величина превысила допустимое значение).

Участок A

- На катушку CI01EN подан сигнал, разрешающий счет.
- Импульсы в канале A опережают на 90 эл. град. импульсы в канале B, что происходит при вращении импульсного датчика вперед.
- Идет подсчет импульсов в прямом направлении, замыкается контакт CI01FB.
- Текущая величина превышает нижнюю уставку, контакт CI01FB размыкается.

Текущая величина достигает верхней уставки, замыкается CI01OF.

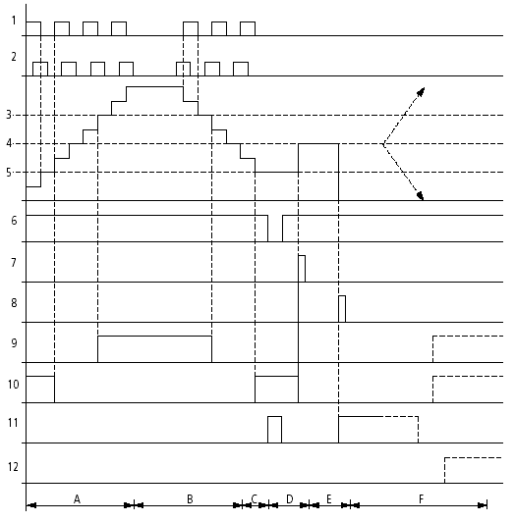


Рис. 6.23. Диаграмма работы счетчика CI01, см. схему рис. 6.20

Участок B

- Сдвиг по фазе между импульсами каналов A и B изменился на противоположный, что свидетельствует о вращении импульсного датчика назад.
- Автоматически изменяется направление счета импульсов.
- Текущая величина на выходе счетчика уменьшается, достигает верхней уставки и контакт CI01OF размыкается.

Участок C

- При уменьшении величины на выходе счетчика до нижней уставки вновь замыкается контакт CI01FB.
- Сигнал разрешения счета становится равным нулю. Текущее значение равно нулю.

Участки D, E, F

- Вновь включается разрешение счета.
- При включении катушки CI01SE происходит переустановка счетчика по переднему фронту сигнала.
- Включение катушки CI01RE приводит к сбросу счетчика на ноль, срабатывает контакт CI01ZE.

При неограниченном росте числа импульсов наступает переполнение счетчика и замыкается контакт CI01CY.

6.2.7. Цифровой компаратор (CP)

Требуемый объем памяти для одного модуля 32 байта плюс 4 байта для констант входных величин.

Реле EASY800 содержит 32 модуля с функцией компаратора.

С помощью компараторов можно сравнивать друг с другом постоянные и переменные величины. Дисплей параметров компаратора выглядит следующим образом (рис. 6.24).

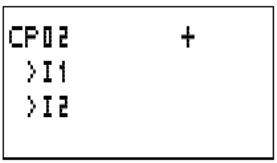


Рис. 6.24. Общий вид дисплея параметров компаратора CP02

На дисплее изображены:

CP02 - условное обозначение и номер компаратора;

\+ - доступ к параметрам дисплея;

>I1 – первая сравниваемая величина;

>I2 – вторая сравниваемая величина.

Входы компаратора >I1 и >I2 могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;

- аналоговыми входами от IA01 до IA04;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной ...QV другого функционального модуля.

В схеме соединений компаратор не имеет катушек, а результатом его действия является замыкание одного из следующих контактов.

Контакты компаратора:

- от CP01LT до CP32LT, (меньше, чем)**.** Контакт замыкается, если первая сравниваемая величина >I1 меньше второй сравниваемой величины >I;
- от CP01EQ до CP32EQ, (равно). Контакт замыкается, если первая сравниваемая величина >I1 равна второй сравниваемой величине >I2;
- от CP01GT до CP32GT, (больше, чем). Контакт замыкается, если первая сравниваемая величина >I1 больше второй сравниваемой величины >I2.

Пример включения компаратора в схеме соединений приведен на рис. 6.25.

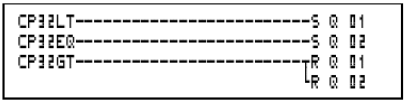


Рис. 6.25. Пример схемы соединений контактов компаратора CP32

Схема работает следующим образом. Если первая величина меньше второй, то замыкается контакт CP32LT, включается выходное реле Q01 и становится на защелку (S). При равенстве двух величин включается и становится на защелку второе выходное реле Q02. Если первая величина превышает вторую, то защелки снимаются (R) и оба выходных реле отключаются.

6.2.8. Модуль вывода текста (D)

Модуль вывода текста требует 156 байт памяти.

Реле EASY800 позволяет выводить на дисплей 32 текста, определенных пользователем. Виду сложности и трудоемкости «ручного» ввода текстов, тексты могут быть отредактированы только в редакторе EASY-SOFT. Сохраняются тексты в файлах EASY-SOFT *e60 или в модулях памяти EASY-M-256K для EASY800. Модуль текста имеет одну катушку и один контакт.

Катушки

От D01EN до D32EN разрешение для текстового модуля. Катушке могут быть приданы свойства реле с защелкой (функции S и R).

Контакты

От D01Q1 до D32Q1, включение текстового модуля (вывод текста на дисплей).

Дисплей

На дисплее можно изобразить текст, состоящий из 64 знаков, размещенных в 4-х строках по 16 знаков в каждой.

Переменные

В текст могут быть вставлены в любом желаемом месте различные пере-

менные, такие как текущее значение величины функционального блока, отсчет времени реле с выдержкой времени, текущее число счетчика импульсов. Возможен вывод даты и времени. Длина переменной может составлять 4, 7 и 11 позиций. При большей длине переменная может быть показана неправильно или не показана.

Функционирование

Катушка разрешения текстового модуля D...EN в схеме соединений включается контактом реле – маркера M. При активировании текста в режиме RUN, он возникает на дисплее каждые 4 секунды. Этот процесс автоматически повторяется до тех пор, пока:

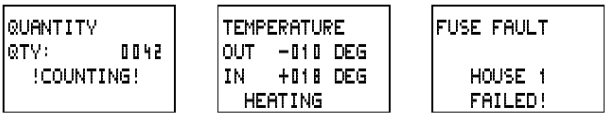
- не будет перехода в режим STOP;
- не будет включен какой-либо другой текст;
- не выключится питание реле;
- кнопками OK или DEL + ALT не будет выбран переход к меню;
- на катушку RD...EN не будет подан сигнал сброса.

Ввод текста

Возможен ввод всех элементов текста из списка ASCII:

- A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z;
- a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z;
- ! „“ # $ % & ’ ( ) * + , – . / 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

Примеры вывода текста представлены на рис. 6.26.



а б в

Рис. 6. 26. Примеры текстовых сообщений

а. Текущая величина счетчика.

б. Аналоговая величина, масштабированная как текущая температура.

в. Сообщение о срабатывании предохранителя.

6.2.9. Модуль данных (DB)

Требуемый объем памяти для одного модуля 36 байт плюс 4 байта для констант входных величин.

Модуль данных позволяет сохранять выбранную величину. Установленные для функционального модуля величины могут быть сохранены, например с использованием следующей схемы соединений (*рис. 6.27*).

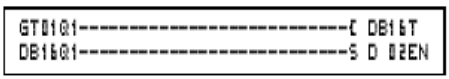


Рис. 6.27. Установка модуля данных DB16 в схеме соединений

В модуль данных DB16T информация поступает при замыкании контакта GT01Q1 (контакт выборки данных из информационной сети). Контакт модуля данных DB16Q1 передает информацию в модуль вывода текста SD02EN, где она запоминается (катушка D02 устанавливается на защелку S).

Общий вид дисплея параметров модуля данных представлен на *рис. 6.28.*

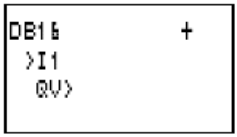


Рис. 6.28. Дисплей параметров модуля данных DB16

На дисплее изображены:

DB16 – условное обозначение и номер модуля данных (от DB01 до DB32)

>I1 - входная величина;

QV> - текущее значение.

Вход >I1 может быть представлен следующими операндами:

- Константами;
- Маркерами MD, MW, MB;
- Аналоговыми входами от IA01 до IA04;
- Аналоговым выходом QA01;
- Текущей величиной ...QV другого функционального модуля.

Выходная величина QV> может быть представлена операндами:

- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Катушки

От DB01T_ до DB32T_ принимают информацию от входа >I1 по нарастающему фронту сигнала.

Контакты

Замыкающие контакты от DB01Q1 до DB32Q1

Сохранение текущего значения

Модуль данных может иметь режим с сохранением текущего значения. Для этого он должен быть выделен в меню SYSTEM... RETENTION...

Величина передается от входа >I1 на выход QV> только по нарастающему фронту входного операнда. Выходная величина DB..QV сохраняет свое значение, пока не произойдет новая запись

6.2.10. Модуль получения информации (GT)

Для работы модуля GT требуется 28 байт памяти. Он предназначен для получения информации из сети. Модуль позволяет выборочно читать (принимать) данные объемом до 32 бит из информационной сети. Модуль получает данные, которые сделала доступными другая станция в информационной сети посредством модуля PT.

На *рис. 6.29*. представлена схема передачи данных от модуля GT к модулю данных DB.

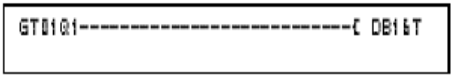


Рис. 6.29. Схема соединения для передачи информации от модуля GET01 к модулю сохранения данных DB16

На рис. 6.30. показана типовая структура параметров модуля получения информации.

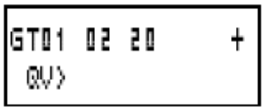


Рис. 6.30. Дисплей параметров модуля получения данных GT.

На дисплее изображены:
GT01 – Условное обозначение и порядковый номер модуля;
+ - доступ к параметрам дисплея;
02 - номер станции от которой посылается величина (от 01 до 08);
20 - посылаемый элемент (PT20) станции, которая посылает (от PT01 до PT32);
QV> - текущая величина, полученная из сети.

Модуль GT не имеет катушки и представляется в схеме соединений только контактом.

Контакты

От GT01Q1 до GT32Q1 - замыкающий контакт GT..Q1 замыкается, если в модуле представлена новая величина, полученная из сети.

Выход

Выходная величина QV> может быть представлена следующими операндами:

- Маркерами MD, MW, MB;
- Аналоговым выходом QA01.

6.2.11. Таймеры

Реле EASY800 оборудовано часами с реальным отсчетом времени, которые можно применять в схемах соединения для формирования различного рода таймеров, например таких, как семидневный (надельный) таймер и двенадцатимесячный (годовой) таймер. Всего имеется 128 модулей времени, в том числе 32 семидневных (недельных) таймера, 32 двенадцатимесячных (годовых) таймера, 32 реле времени.

6.2.11.1. Семидневный (недельный) таймер (HW)

Для работы семидневного таймера требуется 48 байт памяти.

Возможно использование 32 семидневных таймеров от HW01 до HW32. Каждый таймер имеет 4 канала (A, B, C, D), которые можно применять для четырех включений или отключений. Каналы устанавливаются в параметрах дисплея. Таймер имеет резервную батарею питания, в результате чего он будет в рабочем состоянии, даже в случае исчезновения питания, хотя контакты реле не будут переключаться. Когда таймер отсоединяется от источника питания, его контакты остаются разомкнутыми.

Таймер не имеет катушки и представляется в схеме соединений в форме контакта HW..Q1 (*рис. 6.31*).

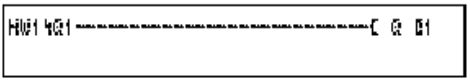


Рис. 6.31. Схема включения контакта HW14Q1 в схеме соединений

Дисплей настройки параметров семидневного таймера представлен на рис. 6.32.

На дисплее изображены:

HW14 – модуль семидневного таймера номер 14;
A - канал A;
\+ - доступ к дисплею параметров;
>DY1 - день 1;
>DY2 - день 2;
>ON - время включения;
>OFF – время выключения.

Каналы

Имеются 4 канала настройки времени: A, B, C, D. Настройки таймера в каждом из каналов воздействуют на один и тот же контакт. Это позволяет создавать сложные недельные графики или диаграммы работы таймера.

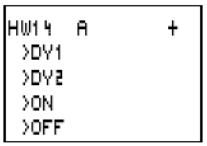


Рис. 6.32. Дисплей параметров семидневного таймера HW14

День 1 и День 2

Задается любой период времени от дня 1 до дня 2, например, от понедельника до пятницы. В каждый из указанных дней будут происходить включения и выключения контакта в заданное время. Можно указать только один день. Включение и отключение будет производиться только в один заданный день недели, в заданное время. Условные обозначения дней недели:

- MO - monday, понедельник;
- TU - tuesday, вторник;
- WE - wednesday, среда;
- TH - thursday, четверг;
- FR - friday, пятница;
- SA - saturday, суббота;
- SU - sunday, воскресенье.

Время (часы, минуты)

От 00:00 до 23:59.

Контакты

От HW01Q1 до HW32Q1.

Рассмотрим настройку семидневного таймера на следующих примерах.

Пример 1 (рис. 6.33). Управление включением дежурного освещения офиса в рабочие дни недели.

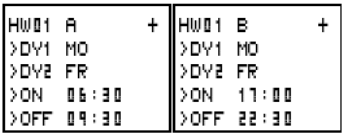


Рис. 6.33. Дисплей настройки параметров таймера HW01 для примера 1.

Диаграмма работы контакта HW01Q1 таймера HW01:

- с понедельника по пятницу включать, например, освещение утром с 6:30 до 9:30;
- с понедельника по пятницу включать освещение вечером с 17:00 до 23:30.

Пример 2 (рис. 6.34). Управление включением дежурного освещения офиса в выходные дни недели.

Диаграмма работы контакта HW02Q1 таймера HW02:

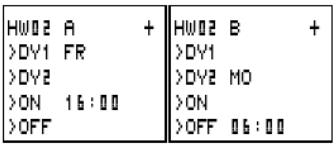


Рис. 6.34. Дисплей настройки параметров таймера HW02 для примера 2.

- включить освещение в пятницу в 16:00;
- выключить освещение в понедельник в 06:00.

Пример 3 (рис. 6.35). Случай, если время выключения задается раньше времени включения.

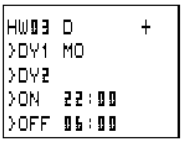


Рис. 6.35. Дисплей настройки параметров таймера HW03 для примера 3

Диаграмма работы контакта HW03Q1 таймера HW03:

- включить контакт в понедельник в 22:00;
- в случае, если выключение задано раньше включения, как указано на дисплее рис. 6.34, то выключение происходит на следующий день, то есть во вторник, в 06:00.

Пример 4 (рис. 6.36). Случай перекрытия заданного времени.

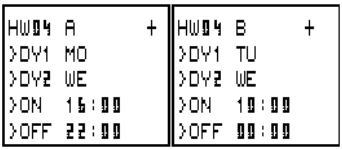


Рис. 6.36. Дисплей настройки параметров таймера HW04 для примера 4

Перекрытие времени состоит в следующем:

Включение

По каналу A в 16:00 с понедельника по среду.

По каналу B в 10:00 во вторник и среду.

Выключение

По каналу A в 22:00 с понедельника по среду.

По каналу B в 00:00 во вторник и среду.

В этом случае и включение и выключение выполняется по тому каналу, в котором сигнал формируется раньше.

В данном случае в понедельник включение происходит в 16:00 и отключение в 22:00, а во вторник и в среду включение происходит в 10:00, а отключение в 22:00.

Примечание. Физически время 24:00 и 00:00 можно рассматривать как одно и то же время. Но в программной форме время 24:00 соответствует концу дня, а 00:00 началу следующего дня. Поэтому в канале B следовало бы установить время отключения 24:00 вместо 00:00. Но, благодаря правилу, изложенному в примере 3, ошибки не происходит. См. также пример 6.

Пример 5 (рис. 6.37). Случай отключения питания

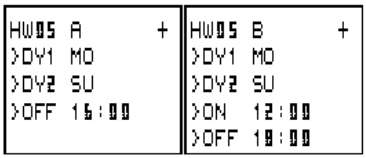


Рис. 6.37. Дисплей настройки параметров таймера HW05 для примера 5

Таймер HW05 настроен следующим образом. По каналу B во все дни недели включать в 12:00 и выключать в 18:00. По каналу A отключение в эти же дни происходит в 16:00, то есть фактическое отключение будет происходить в 16:00.

Допустим, энергия отсутствовала с 15:00 по 17:00. При отсутствии энергии все исполнительные реле выключаются, и, когда в 17:00 питание восстанавливается, они остаются выключенными, в соответствии с заданным алгоритмом (по программе выключение уже состоялось в 16:00).

Таким образом, при отключении питания все контакты переходят в нормальное состояние, в данном случае разомкнутое, а при восстановлении питания таймер устанавливает положение контактов в соответствие с заданной программой на данное время.

Пример 6 (рис. 6.38). Задание включения на сутки.

Включение происходит в 00:00 в понедельник и отключение в 00:00 во вторник.

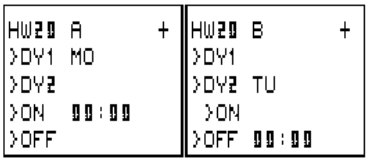


Рис. 6.38. Дисплей настройки параметров таймера HW20 для примера 6

6.2.11.2. Двенадцатимесячный (годовой) таймер (HY)

Для работы годового таймера требуется 52 байта памяти.

EASY800 содержит 32 двенадцатимесячных (годовых) таймера от HY01 до HY32. Имеются 4 канала настройки времени: A, B, C, D. Настройки таймера в каждом из каналов воздействуют на один и тот же контакт. Это позволяет создавать сложные годовые графики или диаграммы работы таймера. Установленные время и дата с помощью батареи сохраняются при отключении питания.

При отключении питания контакты таймеров остаются разомкнутыми, а при его восстановлении устанавливаются в положение, соответствующее программе и текущему времени.

Годовой таймер в схеме соединений используется в форме контакта (рис.6.39).

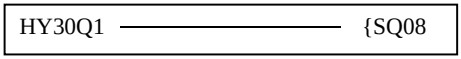


Рис. 6.39. Включение контакта HY30Q1 в схеме соединений

Контакт HY30Q1 воздействует на выходное реле с механической защелкой. Дисплей параметров таймера представлен на рис. 6.40.

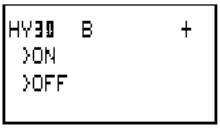


Рис. 6.40. Дисплей настройки параметров годового таймера HY30

На дисплее изображены:

HY30 - условное обозначение и номер годового таймера;

B - канал таймера;

\+ - доступ к параметрам дисплея;

>ON - включение в заданное время;

>OF - выключение в заданное время.

Контакты. От HY01Q1 до HY32Q1.

Форма записи даты.

День. Месяц. Год. Например: 13.11.06 – соответствует 13 ноября 2006 г.

Включение и выключение годового таймера происходит в 00:00 часов установленной даты.

Правила установки даты

- Время включения таймера не может быть позже времени выключения. В подобных случаях годовой таймер не функционирует.
- Дата может быть введена в двух каналах таймера, в одном канале для включения, в другом канале для выключения.
- При перекрытии дат в каналах преимущество имеет более ранняя дата и при включении и при выключении.
- Избегайте неполного введения даты. Это может привести к нежелательным последствиям.

Из последнего правила есть некоторые исключения.

Пример 1. Ввод только года (рис. 6.41). Таймер включается в 00:00 часов 1 января 2002 г. и остается включенным до 23:59 31 декабря 2005 г.

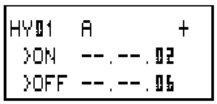


Рис. 6.41. Дисплей настройки параметров годового таймера для примера 1

Пример 2. Ввод только месяца (рис. 6.42). Таймер ежегодно включается в 00:00 часов 1 марта и остается включенным до 23:59 часов 30 сентября

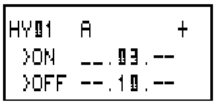


Рис. 6.42. Дисплей настройки параметров годового таймера для примера 2

Пример 3. Ввод только дня (рис. 6.43). Включение таймера происходит ежемесячно с 00:00 часов 1 числа по 23:59 часов 28 числа текущего месяца.

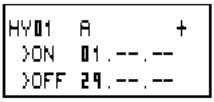


Рис. 6.43. Дисплей настройки параметров годового таймера для примера 3

Пример 4. Ввод только дня и месяца, например, для выделения каникул или так называемая «Рождественская программа» (рис. 6.44). Таймер включается ежегодно в 00:00 часов 25 декабря и остается включенным до 23:59 часов 26 декабря.

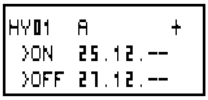


Рис. 6.44. Дисплей настройки параметров годового таймера для примера 4

Пример 5. Выделение «летнего сезона» (рис. 6.45). Таймер включается ежегодно в 00:00 часов 1 мая и остается включенным до 23:59 часов 1 ноября

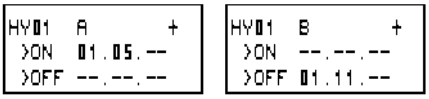


Рис. 6.45. Дисплей настройки параметров годового таймера для примера 5

Пример 6. Перекрытие установленных дат (рис. 6.46).

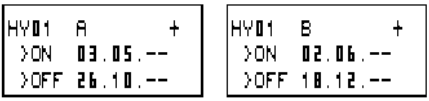


Рис. 6.46. Дисплей настройки параметров годового таймера для примера 6

По каналу A таймер должен включаться с мая по октябрь в 00:00 часов 3 дня и оставаться включенным до 23:59 часов 25 дня указанных месяцев.

По каналу B таймер настроен на включение с 00:00 часов 2 дня по 23:59 часов 17 дня с июня по декабрь.

В действительности контакт таймера HY01Q1 включится в мае с 00:00 часов 3 дня по 23:59 часов 25 дня. В месяцах с июня по декабрь таймер будет включаться с 00:00 часов 2 дня по 23:59 часов 17 дня каждого из указанных месяцев.

6.2.12. Модули перехода (Jump) (:)

Модули перехода применяются для оптимизации схемы соединений или для выполнения функции избирательного переключателя. Модули перехода могут, например, применяться для выбора ручного или автоматического управления или других установленных программ.

С помощью модуля перехода выполняется переход к заданной координате (координатой является соответствующий контакт модуля).

Катушки

Обозначение **:**

Количество – от :01 до :32

Функциональные исполнения катушки [ ], [ ], [ ], [ ], [ ], см п. 6.1.

Контакты

Обозначение контакта такое же, как и катушки **:**

Количество контактов от :01 до :32

Функционирование

- Если катушка модуля перехода включена, то схема соединений, находящаяся после нее, не будет участвовать в работе.
- Переход всегда выполняется только вперед, и этот переход заканчивается на первом же одноименном с катушкой контакте (заданная координата). В строке схемы соединений контакт модуля перехода должен занимать только первую левую позицию.
- Переход выполняется после подачи сигнала на катушку.
- Переходы в обратном направлении невозможны, в соответствии с принципом выполнения операций EASY.
- Состояние катушек перед переходом будут сохранены, если они не будут изменены в схеме соединений, которая будет пропущена в результате перехода.
- Если заданный контакт не установлен где-либо после катушки модуля перехода, то переход будет выполнен до конца схемы соединений. Последняя часть схемы соединений при этом будет пропущена.

Многократное использование одной и той же катушки и ее контакта возможно, пока они существуют попарно, то есть

Катушка {:1 / пропускаемая часть схемы / Контакт :1.

Катушка {:1 / пропускаемая часть схемы / Контакт :1, и так далее.

Внимание!

Все установки в пропускаемой части схемы соединений сохраняются. Запущенные реле времени продолжают работать.

Подсветка цепей дисплея

- В режиме РАБОТА подсвечиваются все работающие цепи до катушки модуля перехода.
- Все катушки в пропускаемой части схемы переименовываются и обозначаются символом катушки модуля перехода. Это служит дополнительным подтверждением, что данная часть схемы не участвует в работе.

Пример

Избирательный переключатель позволяет установить две различных последовательности действий (рис. 6.47).

- Последовательность 1: непосредственное включение 1-го двигателя.
- Последовательность 2-я: включение защитного устройства 2, выдержка времени и затем включение 1-го двигателя.

Используемые контакты и реле:

- I 01 последовательность 1;
- I 02 последовательность 2;
- I 03 перемещение защитного устройства 2;
- I 12 включение цепи защитного отключения двигателя;
- Q 01 двигатель 1;
- Q 02 защитное устройство 2;
- T 01 выдержка времени 30,00 с;
- D 01 текст “цепь защитного отключения двигателя включена”.

Рис. 6.47. Пример формирования избирательного переключателя с помощью модулей перехода

6.2.13. Модуль «Мастер сброса» (MR)

Для работы мастера сброса требуется память 20 байт. В EASY размещено 32 таких модуля.

Мастер сброса позволяет устанавливать в начальное нулевое состояние все маркеры и все выходы по единому командному сигналу. В соответствии с режимом работы этот модуль может обнулять только выходы, или только маркеры или и то и другое (рис. 6.48).

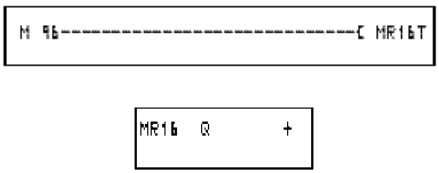


Рис. 6.48. Схема соединения и дисплей параметров Мастера сброса

На дисплее изображены:
MR16 – обозначение и номер модуля;
Q – режим обнуления выходов;
+ – доступ к дисплею параметров.

Режимы работы

- Q – воздействие на выходы Q.., *Q.., S.., *S.., *SN.., QA01, где *: адреса станции в сети;
- M – воздействие на маркеры от MD01 до MD48;
- ALL – воздействие на Q и M.

Катушки

От MR01T до MR32T.

Контакты

От MR01Q1 до MR32Q1.

Контакты воздействуют на маркер, если включена соответствующая катушка MR..T.

Функционирование

- Выходы и маркер устанавливаются в нулевое состояние в соответствии с режимом работы модуля, по нарастающему фронту сигнала на катушке.
- Контакты от MR01Q1 до MR32Q1 служат для изменения состояния их собственных катушек.

6.2.14. Счетчик часов работы (счетчик ресурса) (OT)

Требования к памяти: 36 байт плюс 4 байта для констант входных величин.

Реле EASY имеет 4 независимых счетчика времени. Насчитанное время сохраняется даже при отключении реле от источника питания. Схема соединения и дисплей настройки параметров изображены на рис. 6.49.

На дисплее изображены:

OT04 – обозначение модуля и его номер;

+ – доступ к дисплею параметров;

>I1 – верхний порог величины;

QV> – текущее значение времени работы.

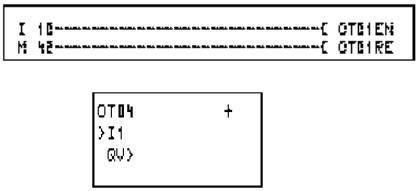


Рис. 6.49. Схема соединений и дисплей параметров счетчика часов работы

Катушки:

- от OT01EN до OT04EN – катушка разрешения счета;
- от OT01RE до OT04RE – катушка сброса.

Контакты

- от OT01Q1 до OT04Q1.

Контакт включается, когда текущая величина достигает верхнего заданного порога (функция больше или равно).

Функционирование

- Если катушка разрешения OT..EN включена, счетчик добавляет единицу каждую минуту (основной параметр счета 1 минута).
- Если текущая величина на выходе QV> достигнет установленной в >I1 величины, то включается контакт OT..Q1.
- Текущая величина сохраняется до тех пор, пока не включится катушка сброса OT..RE. После этого текущая величина устанавливается в ноль.

Текущее значение насчитанного времени работы не удаляют такие действия с реле как:

- изменение режима работы СТОП или РАБОТА;
- включение или отключение питания реле;
- удаление программы, изменение программы, загрузка новой программы

Точность счета

Счет времени производится в целых минутах. Если разрешение счета подано на катушку OT..EN в произвольный момент времени, то некоторое количество секунд будет потеряно.

6.2.15. Модуль вывода данных в сеть (PT)

Требования к памяти: 36 байт плюс 4 байта для констант входных величин.

Это модуль, позволяющий выборочно выводить величины до 32 бита в информационную сеть NET (размещать в сети). Модуль PT размещает данные в других станциях, зарегистрированных в сети, и требует взаимодействия с модулем получения информации (GT). Включение в схеме соединений и общий вид дисплея настройки параметров модуля представлены на рис. 6.50.

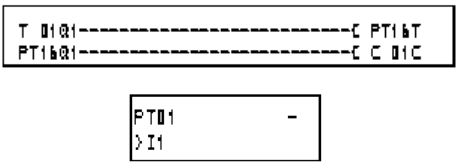


Рис. 6.50. Схема соединений и дисплей параметров модуля вывода данных

На дисплее изображено:
PT01 - условное обозначение и номер модуля;
- - нет доступа к дисплею параметров;
>I1 - величина, размещаемая в сети NET.

Вход >I1 может быть представлен следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04;

- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной ...QV другого функционального модуля.

Катушки
От PT01T до PT32T.
Контакты
От PT01Q1 до PT32Q1.

Модуль вывода данных правильно работает только при наличии и правильном функционировании информационной сети NET

6.2.16. Модуль установки даты/времени (SC)

Требуемый объем памяти 20 байт.

Этот модуль позволяет разместить в сети NET дату и время, что позволяет синхронизировать работу нескольких реле EASY. Все другие станции принимают дату и время от той станции, где они установлены. Имя модуля SC01 (send clock)

Схема включения модуля показана на рис. 6.51.

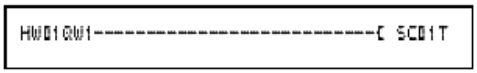


Рис. 6.51. Схема включения модуля установки даты/времени

Модуль имеет свой дисплей параметров, однако, кроме имени модуля, его номера и доступа к параметрам, другой информации на этом дисплее нет.

Катушка
SC01T.
Контакт
SC01Q1.

Модуль установки даты/времени правильно работает только при наличии и правильном функционировании информационной сети NET.

Функционирование

При включении катушки модуля текущие дата, день недели и время из станции, где они установлены, автоматически передается в сеть NET. Все другие станции должны принимать эту величину. Этот процесс может повторяться по мере необходимости, при этом на катушку необходимо вновь подавать сигнал.

6.2.17. Реле времени (T)

Для работы реле времени требуется 52 байта памяти.

В реле EASY размещено 32 реле времени с различными настраиваемыми функциями. Реле времени применяются для изменения продолжительности за-

мыкания и размыкания контактов. Регулирование выдержки времени возможно в диапазоне от 5 мс до 99 час. 59 мин. При применении переменных величин, выдержку времени можно увеличить до 596 час.

Цепи реле времени

Реле времени устанавливается в схеме в форме катушек и контактов. Режим работы реле устанавливается через дисплей параметров реле. Реле запускается при включении катушки T..EN и может быть произвольно обнулено с помощью катушки сброса T..RE. Отсчет текущего времени может быть приостановлен с помощью третьей катушки T..ST.

Для предотвращения неопределенных состояний реле все катушки могут использоваться в схеме соединений только один раз.

Примеры схемы соединения реле времени и дисплея параметров приведены на рис. 6.52.

На дисплее изображены:

T02 – условное обозначение и номер реле;
X – режим выдержки времени;
M:S – диапазон выдержек, мин.:с.;
\+ – доступ к дисплею параметров;
>I1 – номинал времени 1;
>I2 – номинал времени 2 (если в реле устанавливаются 2 величины времени);
QV> – отсчет текущего времени выдержки в режиме RUN.

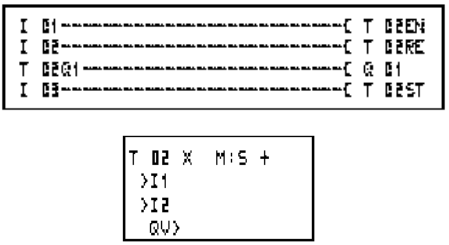


Рис. 6.52. Схема соединения и дисплей параметров реле времени

Диапазоны установки времени

Изображение на дисплее	Диапазон уставок	Точность
S 000.000	Секунды, от 0,005 до 2147483,645 с (596 час.). Для констант и переменных величин	5 мс
M:S 00:00	Минуты:секунды, от 00,00 до 99:59 только для констант и переменных величин	1с
H:M 00:00	Часы:минуты, от 00:00 до 99:59 только для констант и переменных величин	1 мин.

Режимы реле времени

Обозначение	Выполняемая функция (режим работы)
X	Выдержка времени при включении
?X	Выдержка при включении, со случайным временем между нулем и уставкой
▮	Выдержка времени при выключении
?▮	Выдержка при выключении, со случайным временем между нулем и уставкой
X▮	Выдержка времени при включении и выключении
▯	Выдержка времени при выключении (setpoint retriggerable)
?▯	Выдержка при выключении, со случайным временем между нулем и уставкой (retriggerable)
?X▮	Выдержка при включении и выключении со случайным временем между 2-х уставок
⎍	Включение на заданное время и выключение (однопульсное включение). Запускается коротким импульсом
⎍⎍	Пульсирующее включение реле с 2-мя настройками по времени. Время по входу >I1 задает работу, по входу >I2 паузу.

Входы >I1 и >I2 могут быть представлены следующими операндами:
- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной ...QV другого функционального модуля.

Текущая величина QV> может быть представлена следующими операндами:
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Катушки:
- от T 01EN до T 32EN включающая катушка;
- от T 01RE до T 32RE катушка сброса;
- от T 01ST до T 32ST катушка остановки отсчета времени. При включении катушки отсчет времени приостанавливается и продолжается дальше при снятии сигнала с этой катушки.

Контакты
- От T 01Q1 до T 32Q1.

Установка переменных выдержек времени

Если уставка реле времени задается внешним сигналом, то он должен быть преобразован с применением операндов.

- При применении базового времени в секундах (S), величина представляется в мс с точностью 5 мс, то есть последний разряд представляется как 5 или 0.
- При применении базового времени в (M:S), величина представляется в секундах.
- При применении базового времени в (H:M), величина представляется в минутах.

Примеры:

- Базовое время в (S), операнд имеет величину 9504. Установленное время 9,500 с.
- Базовое время в (S), операнд имеет величину 45507. Установленное время 45,510 с.

Сохранение

Текущее значение времени реле может быть сохранено. Для этого номер реле должен быть указан в меню SYSTEM – RETENTION.

Если для реле применен режим сохранения, то текущая величина сохраняется при переходе к режиму STOP или при отключении питания. Если реле запускается в режиме RUN, то рабочее время реле соответствует сохраненному текущему значению. Состояние включающей катушки должно соответствовать выбранной функции реле времени.

6.3. Настройки EASY800

Настройка параметров и режимов работы EASY... выполняется двумя путями:

- вручную, кнопками, с показом на дисплее;
- EASY-SOFT версий от 4.0 и выше.

6.3.1. Защита с помощью пароля

В реле EASY... возможно использование защиты от несанкционированного доступа с помощью пароля.

Для пароля используются шестизначные числа от 000001 до 999999. Если пароль не введен, то место его введения обозначено 6-ю прочерками------. Если пароль введен и активирован, то появляется обозначение XXXXXX.

При установке пароля системное меню всегда защищено. Другие области, функции и режимы можно защищать по выбору, например:

- схема соединений – защита схемы соединений и недоступность функциональных модулей;
- параметры – защита меню параметров;
- время – защита даты и времени;
- режим работы – запрет изменения режима работы RUN или STOP;
- интерфейс – защита от доступа к присоединенным станциям в сети NET;
- удаление функций – УДАЛИТЬ ВСЕ.

При установке пароля должна быть защищена как минимум одна функция или меню.

После введения пароля появляется сообщение ИЗМЕНИТЬ ПАРОЛЬ или АКТИВИРОВАТЬ ПАРОЛЬ. Если ввести АКТИВИРОВАТЬ ПАРОЛЬ, то защита устанавливается, и доступ к защищенным областям прекращается. В режиме активированного пароля при входе в главное меню первая же строчка предлагает ввести пароль. При правильном введении пароля дисплей переключается в режим дисплея состояния. Если пароль не активирован, эта строчка не появляется.

При использовании карты памяти, пароль, установленный в EASY, переносится в карту вместе со схемой соединений и настройками, независимо от того, был он активирован или нет. Если программа загружается в EASY из карты памяти, то пароль также переносится и сразу же активируется.

Внимание!

- Если пароль неизвестен или утерян, то его восстановление или преодоление возможно только на заводе изготовителе.
- Вариант преодоления пароля связан с полной потерей всех данных. Если пароль неизвестен или утерян, то после 4-х неуспешных попыток ввести пароль, появляется вопрос УДАЛИТЬ ВСЕ? При положительном ответе удаляются все защищаемые области и функции, вместе с паролем. Эти области и функции оказываются потерянными безвозвратно, а программирование реле и введение пароля надо начинать сначала.

6.3.2. Изменение параметров функциональных модулей

Изменение параметров возможно без обращения к схеме соединений. Для этого в главном меню необходимо выделить PARAMETERS. Эту операцию можно выполнять как в режиме RUN, так и в режиме STOP. После нажатия OK появляется список задействованных в схеме соединений функциональных модулей, из которого можно выбрать требуемый. Изменение параметров возможно, если включена функция доступ к параметрам (+).

Изменению подлежат только константы или входы модулей.

6.3.3. Установка даты, времени и сезонного переключения времени

Пример установки текущей даты и времени приведен в п. 5.2. Перевод часов на зимнее и летнее время выполняется в Европе, Англии и США по разному. Для Европы переключение на летнее время производится в последнее воскресенье марта, возврат на зимнее время в последнее воскресенье октября (в ночь с субботы на воскресенье).

В меню SET CLOCK выбираем TIME CHANGE, после чего появляется меню (рис. 6.53).

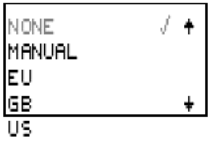


Рис. 6.53. Меню установки функции сезонного изменения времени

Для автоматического изменения сезонного времени следует установить флажки против NONE и требуемого региона, например EU.

При выборе MANUAL предоставляется возможность установить собственные даты и часы перехода на летнее время, или даты и время, не совпадающие с предложенными тремя вариантами.

6.3.4. Запрет начала работы (запуска) в режиме RUN

В некоторых случаях, особенно при вводе в эксплуатацию, во избежание неправильных действий механизмов и систем, необходимо исключить автоматическое начало работы реле при подаче питания. Для этого в системном меню необходимо снять флажок с функции RUN MODE. В этом случае, при подаче питания реле автоматически переходит в режим STOP, даже если был установлен режим RUN. Дальнейшее функционирование возможно только с санкции оператора, если перевести реле снова в режим RUN.

Удаление схемы соединений не влечет за собой удаления установленной функции RUN MODE.

Если схема соединений перегружена из EASY в карту памяти, то вместе с ней преходит и настройка функции RUN MODE.

Устройства расширения EASY запускаются только в режиме RUN MODE.

6.3.5. Режим запуска от карты памяти

Режим запуска от карты памяти может выполняться неквалифицированным персоналом при отключенном состоянии реле. EASY запускается только в режиме RUN, сразу после подачи питания. Для этого предварительно в меню SYSTEM... необходимо включить функцию CARD MODE.

Если карта памяти установлена в EASY, но функция CARD MODE не была включена, то запуск начнется только после включения этой функции.

Если реле защищено паролем, то в системное меню не будет доступа, пока пароль не будет деактивирован.

6.3.6. Подсветка Ж-К дисплея

Подсветка дисплея может быть отключена, особенно, если при работе не используется вывод текстовых сообщений. В этом случае в рабочем режиме

дисплей остается темным, и подсветка включается только при подходе оператора после нажатия любой кнопки. Через 60 с, после последнего нажатия, подсветка снова выключается.

Выключение подсветки выполняется в системном меню DISPLAY...

6.3.7. Сохранение текущих данных и настроек (Retention)

Эта функция применяется к рабочим настройкам и текущим величинам с целью из безопасного сохранения, даже если произойдет отключение питания или переход в режим STOP. Информация сохраняется до тех пор, пока она не будет переписана.

Сохранению подлежат следующие операнды и элементы:

- маркеры;
- элементы счетчиков;
- элементы данных;
- элементы реле времени.

Максимальный объем информации для сохранения данных соответствует 200 байтам. Сюда не включена память для сохранения данных счетчика времени работы.

Все данные и элементы настроек должны быть предварительно заявлены как сохраняемые.

Все заявленные данные и элементы сохраняются при каждом отключении реле и записываются при восстановлении питания. Суммарное количество циклов сохранения и записи может быть более 10^{10}.

Функция сохранения данных устанавливается в режиме STOP через системное меню. Если схема защищена паролем, то необходимо его снять. После выделения RETENTION..., появляется экран с перечнем функциональных модулей, данные которых можно сохранять. С помощью кнопок курсора устанавливаем номера требуемых модулей (ОТ...ДО). Если какие-либо модули не используются, то их номера не указываются. Для удобства, в нижней строчке дисплея указан объем свободной памяти в байтах.

Функция сохранения может быть удалена в следующих случаях:

- если схема соединений транслировалась из EASY-SOFT или карты памяти, сохраненные текущие значения обнуляются;
- когда изменяется наименование сохраняемых данных;
- когда схема соединений удаляется через меню DELETE PROGRAM.

6.3.8. Защита выходных цепей реле от коротких замыканий и перегрузки

В зависимости от исполнения, базовые реле и модули расширения могут иметь специальные **внутренние** входы I15, I16 или R15, R16, которые используются для мониторинга **только транзисторных** выходов.

В реле EASY800 вход I15 контролирует выходы с Q1 по Q4, а вход I16 контролирует выходы с Q5 по Q8

В реле EASY600 вход R15 контролирует выходы с S1 по S4, а вход R16 контролирует выходы с S5 по S8.

В данном случае указанные входы работают как контакты. В нормальных условиях контакты разомкнуты, а при возникновении на транзисторных выходах короткого замыкания или перегрузки, контакты замыкаются.

Пример 1. Индикация неисправности выхода (рис. 6.54)

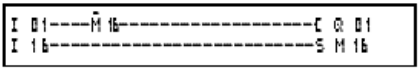


Рис. 6.54 Схема индикации неисправности выхода

Размыкающий контакт маркера M16 установлен как блокировочный в цепи выхода Q1. При возникновении перегрузки контакт I16 замыкается и выход Q1 выключается. Реле M16 становится на защелку и дальнейшая работа возможна только после вмешательства оператора. Возможен вариант, когда второй контакт реле M16 включает еще оно выходное реле, настроенное на формирование пульсирующего светового или звукового сигнала о возникшей неисправности.

Пример 2. Автоматическое повторное включение после аварийного отключения (рис. 6.55)

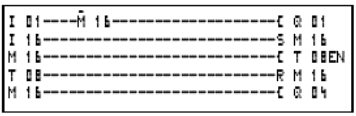


Рис. 6.55. Схема автоматического повторного включения

Первые две строки повторяют предыдущую схему (рис. 6.52). После отключения выхода Q1, запускается реле времени T08, настроенное на выдержку времени при включении, например 30 с. Реле T08 через 30 с сбрасывает защелку маркера M16 и выход Q1 включается. Если неисправность сохраняется, то выход Q1 вновь отключится.

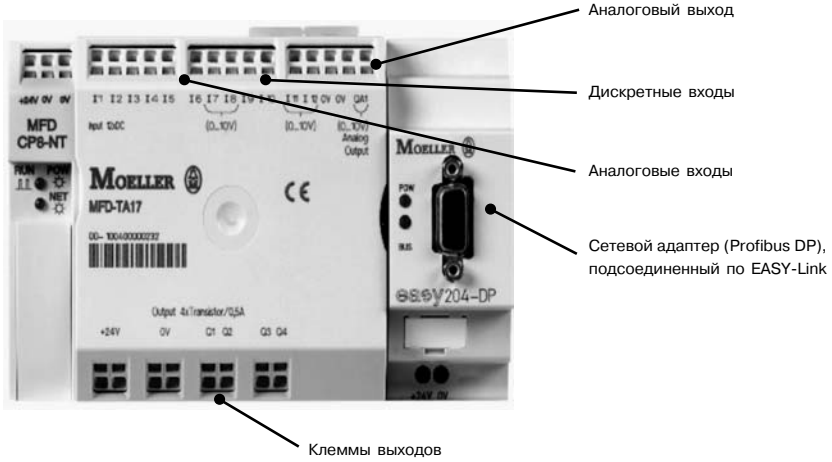
Задачу можно усложнить, например, введя требование ограничения числа попыток автоматического повторного включения.

6.3.9. Контроль состояния модулей расширения

При отсутствии питания модуля расширения, отсутствует также связь этого модуля с базовым реле, а все входы и выходы модуля представлены в нулевом состоянии. В результате этого возможны ошибочные операции. Для мониторинга рабочего состояния модуля расширения служит внутренний контакт базового реле I14. При нормальном состоянии модуля расширения контакт I14 разомкнут, при отсутствии святи с модулем, он замыкается.

6.4. Особенности устройства и работы многофункционального дисплея MFD-Titan.

MFD-Titan совмещает в себе реле EASY800 с устройством визуализации и управления (рис.6.56). Конструктивно оно состоит из трех частей: экрана или дисплея, блока процессора и блока входов/выходов, или интерфейса реле. Между собой они соединяются с помощью разъемов и специальных защелок. MFD-Titan может применяться в сети NET, одновременно с реле EASY800, при этом, как правило, он выполняет роль базовой интеллектуальной станции. К MFD-Titan может непосредственно присоединяться реле EASY800 или модуль расширения, через разъем-соединитель EASY-LINK.



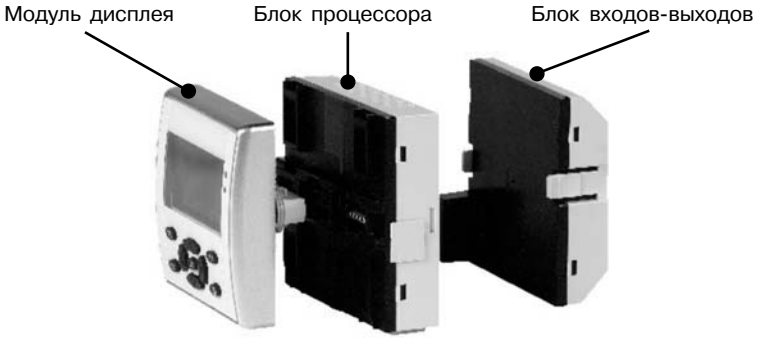


Рис. 6.56. MFD-Titan Много – Функциональный – Дисплей

Монтаж реле удобно выполнять на дверях электрических шкафов и ящиков. При этом на лицевой стороне двери устанавливается дисплей, а остальные блоки прикрепляются к нему изнутри. При открывании двери обеспечивается доступ к боковым и к задней частям реле. Возможен вариант установки реле в шкафу на DIN – рейке, или на винтах, с применением специальных скоб.

Изготовитель не рекомендует применять реле MFD-Titan в особо ответственных случаях и при тяжелых условиях эксплуатации, например для управления горелками, а также в ответственных системах безопасности, например при управлении «двумя руками».

Кроме рассмотренных для реле EASY800 свойств и функций, реле MFD-Titan имеет следующие возможности:

- показывать на дисплее статические и динамические изображения и графики, выводить графику и текстовые сообщения;
- реализовывать замкнутые системы регулирования с П, ПИ и ПИД регуляторами;
- осуществлять широтно-импульсную модуляцию выходного сигнала;
- выполнять ряд других дополнительных функций, описанных ниже.

6.4.1. Лицевая панель и кнопки управления реле (рис.6.57)

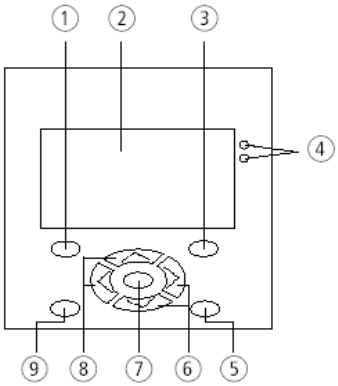


Рис. 6.57. Лицевая панель и кнопки управления MFD-Titan

1. Кнопка DEL: удаление объекта в схеме соединений.
2. Графический дисплей.
3. Кнопка ALT: специальные функции в схеме соединений, статус дисплея.
4. Сигнальные светодиоды.
5. Кнопка режима работы: переключение режима дисплея между визуализацией и экраном состояния, закрытие режима терминала.
6. Кнопки управления курсором, вправо, вниз: выделение объекта в меню, установка номеров контактов, модулей и констант.
7. Кнопка OK: сохранение введенного, переход к следующему уровню меню.
8. Кнопки управления курсором, влево, вверх (то же, что и 6).
9. Кнопка ESC: предыдущий уровень меню, отмена.

В режиме визуализации кнопки могут выполнять другие функции, отличающиеся от вышеизложенных.

Светодиоды:

Два светодиода на задней стороне корпуса процессора: индицируют наличие питания (PAW) и режим работы (RUN –мерцающий, STOP – горит постоянно), работу в сети (NET), аналогично реле EASY800.

Два светодиода на лицевой поверхности дисплея - зеленый и красный. Зеленый используется как индикатор при наличия питания и отражает режим работы, красный для индикации неисправностей в сети NET.

Сочетания кнопок:

DEL + ALT – Переход к системному меню
DEL + ESC – Сброс дисплея

P – кнопки (Обозначения совпадают с реле EASY800):
P1 – кнопка курсора влево,
P2 – кнопка курсора вверх,
P3 – кнопка курсора вправо,
P4 – кнопка курсора вниз.

6.4.2. Расшифровка типоисполнения

MFD-1..2..-3..-4..
1..: размер дисплея и корпуса в мм,
2..: CP8 – источник питания и уровень просессора (8),

R – релейный выход,
T – транзисторный выход,
A – аналоговый выход,
XX – общее количество входов и выходов,
3..: B – кнопки управления,
ME – управление в разомкнутой и замкнутой системе,
NT – управление в разомкнутой и замкнутой системе, работа в сети NET,
4..: Дополнительные функции.

6.4.3. Меню MFD-Titan

Структура меню реле MFD-Titan практически совпадает с меню реле EASY800. Здесь остановимся только на элементах меню, специфических для MFD-Titan. Существенной положительной особенностью является применение крупных знаков, так как экран MFD-Titan в два раза шире и в полтора раза выше, чем у реле EASY800.

Главное меню. Добавлена строчка меню TERMINAL MODE.., после которой идет меню с предложением установить номер станции (STATION ID:) и режим начала работы START MODE.

Системное меню. В системном меню (SYSTEM..) дублируется функция TERMINAL MODE и добавлены две функции выбора кнопок I BUTTONS и R BUTTONS.

6.4.4. Режимы работы MFD-Titan

Существует 3 режима работы: RUN, STOP и TERMINAL MODE.

В режиме RUN идет непрерывная работа в соответствии с установленной программой. Работа может быть остановлена при переключении реле в режим STOP или TERMINAL MODE или при отключении питания. Схема соединений, параметры и уставки реле при отключении питания сохраняются.

6.4.4.1. Режим TERMINAL MODE

В режиме TERMINAL MODE имеется возможность управления другими устройствами. Это особенно полезно, если они находятся в трудно доступном месте. Этот режим применяется также для того, чтобы контролировать и выводить на дисплей данные устройств, не имеющих собственного дисплея. Режим TERMINAL MODE может быть использован как с последовательным интерфейсом, так и в сети NET. При применении этого режима необходимо учитывать следующее.

- TERMINAL MODE – это отдельный режим работы, подобный режиму RUN.
- Он функционирует только, если программа не запущена.
- Для его активации реле необходимо перевести в режим STOP. При активации режима TERMINAL MODE на дисплее состояний высвечивается пульсирующая звездочка (ж), показывая высший приоритет этого режима.

- Все соединенные устройства должны также поддерживать режим TERMINAL MODE.
- Отдаленное устройство может иметь как местное управление, так и дистанционное, в режиме TERMINAL MODE. Необходимо помнить, что быстродействие местного управления всегда выше, чем дистанционного и, кроме этого, возможны конфликты при таком двойном управлении, вызывающие сбои или непредвиденные ситуации.
- Для закрытия режима TERMINAL MODE следует нажать кнопку со звездочкой. При этом дисплей переходит в режим STATUS DISPLAY и пульсирующая звездочка погасает. Для повторного включения режима показа необходимо одновременно нажать DEL и ESC.

6.4.4.2. Режим COM-LINK

В этом режиме может быть установлена двухсторонняя связь с другой станцией, находящейся в сети NET, или соединенной с MFD в качестве расширителя. Пройдя в системном меню последовательно CONFIGURATOR..., COM..., COM-LINK и активировав REMOTE MARKER, попадаем в меню настройки обмена данными READ: и WRITE:, в котором можно установить номера и типы маркеров, участвующих в обмене данными.

Более подробные сведения об этом режиме работы и примеры его применения см. технические описания завода – изготовителя AWB2528 - 1423 (EASY800) и AWB2528 – 1480 (MFD-Titan).

6.5. Функциональные модули MFD-Titan.

В MFD-Titan применяются дополнительные функциональные модули, не описанные выше для реле EASY800. В новых версиях EASY800 эти модули могут быть уже применены частично или полностью.

6.5.1. Модуль компаратора данных (BC)

Компаратор данных требует 48 байт памяти, плюс 4 байта для хранения входных констант модуля.

Функциональные блоки от BC01 до BC32 предназначены для сравнения величин двух последовательных групп данных маркеров. Сравнение выполняется в байтовом формате. Могут сравниваться следующие типы маркеров:

- MB;
- MW;
- MD.

Модуль может быть представлен следующей схемой (рис. 6.58). Пример дисплея установки параметров модуля представлен на рис. 6.59.

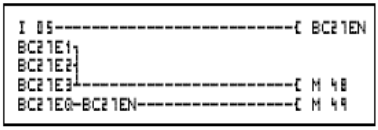


Рис. 6.58. Схема соединений модуля компаратора данных BC21

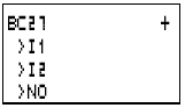


Рис. 6.59. Дисплей параметров модуля компаратора данных BC21

На дисплее параметров изображены:

BC21 – условное обозначение и номер модуля компаратора данных;

+ - доступ к параметрам дисплея;

>I1 – начало сравнения первой группы;

>I2 – начало сравнения второй группы;

>NO – количество элементов в группе, подлежащее сравнению; размер группы от 1 до +383.

В параметры дисплея функционального блока могут быть преобразованы только константы.

В соответствии с формой операндов входов >I1 и >I2 возможны следующие режимы операций:

Входы

Входы функционального блока >I1, >I2 и >NO могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04:
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной QV> другого функционального модуля.

Катушки:

от BC01EN до BC32EN – катушка разрешения сравнения данных.

Контакты:

от BC01E1 до BC32E1 – количество сравниваемых элементов больше в одном из сравниваемых рядов;

от BC01E2 до BC32E2 – два сравниваемых ряда перекрываются;

от BC01E3 до BC32E3 – выбранная переустановка сравниваемых рядов выходит за допустимые пределы;

от BC01EQ до BC32EQ – результат сравнения на выходе. Результат сравнения является достоверным только в том случае, если включена катушка BC..EN.

Именно поэтому на рис. 6.58 в цепи маркера M49 установлены последовательно два контакта BC21EQ и DC21EN.

Состояние 0 соответствует неравенству сравниваемых групп.

Состояние 1 соответствует равенству сравниваемых групп.

Функционирование модуля компаратора данных

Функциональный модуль сравнения данных сравнивает два последовательных модуля данных. Операция сравнения активируется при срабатывании разрешающей катушки BC..EN. Выходные контакты ошибок E1, E2 и E3 дают оценку независимо от состояния катушки разрешения.

Более подробные сведения о работе модуля и примеры его применения см. технические описания завода – изготовителя AWB2528 - 1423 (EASY800) и AWB2528 – 1480 (MFD-Titan).

6.5.2. Модуль трансляции данных (BT)

Модуль трансляции данных требует 48 байтов памяти, плюс 4 байта для хранения входных констант модуля.

Модули от BT01 до BT32 предназначены для трансляции данных из маркерной группы (копирование данных). Маркерные группы могут быть переписаны с частным значением (инициализация данных). Возможна трансляция и перезапись следующих типов маркеров:

- MB;
- MW;
- MD.

Схема соединений и дисплей настройки параметров представлены на рис. 6.60.

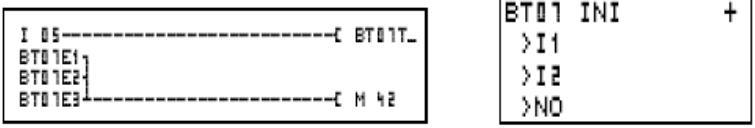


Рис. 6.60. Схема соединений и дисплей параметров модуля трансляции данных BT07

На дисплее параметров изображены:

BT07 – Условное обозначение и номер модуля трансляции данных;

\+ - доступ к параметрам дисплея модуля;

INI - режим INI, инициализация маркерного ряда;

>I1 - начало источника группы;

>I2 - начало заданной группы;

>NO – количество транслируемых элементов в байтах; размер группы от 1 до +383.

Режимы работы модуля

INI - Инициализация маркерной группы;

CPY - Копирование маркерной группы.

Входы

Входы функционального модуля >I1, >I2 и >NO могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04:
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной QV> другого функционального модуля.

Катушки

От BT01T_ до BT32T_ – при включении катушки выполняется трансляция данных в заданном режиме.

Контакты:

от BT01E1 до BT32E1 – число байтов маркера превышает заданную группу источника;

BT01E2 до BT32E2 – источник и заданная группа перекрываются.

BT01E3 до BT32E3 – специальные переустановки выполнены неправильно.

Более подробные сведения о работе модуля и примеры его применения см. технические описания завода – изготовителя AWB2528 - 1423 (EASY800) и AWB2528 – 1480 (MFD-Titan).

6.5.3. Модуль широтно-импульсного (ШИМ) преобразования (PW)

Модуль ШИМ требует 48 байт памяти, плюс 4 байта для хранения входных констант модуля.

В составе MFD-Titan имеются 2 модуля широтно-импульсного преобразования PW01 и PW02. Модули соединены последовательно со следующими выходами:

- PW01 с Q1;
- PW02 с Q2.

Широтно-импульсные модуляторы используются преимущественно в выходных цепях ПИД регуляторов. Максимальная частота модуляции 200 Гц, или период модуляции 5 мс. Максимальная длительность периода составляет 65,5 с.

Формирование цепей с применением модулей ШИМ

В схеме соединений реле ШИМ представлен в форме катушки и контакта. При применении периода модуляции менее 1 с применяются только транзисторные выходы. Для предотвращения неправильного функционирования катушку модуля следует использовать в схеме соединений только один раз. Схема соединений и дисплей настройки параметров модуля ШИМ представлены на рис. 6.61.

Рис. 6.61. Схема соединений и дисплей параметров модуля ШИМ PW02

На дисплее настройки параметров изображены:
PW02 – условное обозначение модуля ШИМ и его номер;
+ – доступ к параметрам дисплея;
>SV – входная управляемая переменная;
>PD – продолжительность периода модуляции в мс;
>ME – минимальная продолжительность включения, минимальная продолжительность выключения в мс (табл. 6.3).

Таблица 6.3. Величины и интервалы времени

Параметр	Величина и интервал времени	Точность воспроизведения
>SV	от 0 до 4095	1 единица
>PD	от 0 до 65535	мс
>ME	от 0 до 65535	мс

Интервалы времени PD и ME задаются с точностью 0,005 с или 5 мс.

Входы

Входы функционального модуля >SV, >PD и >ME могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04:
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной QV> другого функционального модуля.

Катушки

PW01EN и PW02EN разрешающие катушки.

Контакты

PW01E1 до PW02E1 невыполнение условия минимальной длительности включения или минимальной длительности отключения.

Работа модуля ШИМ

Входная переменная величина >SV модуля ШИМ преобразуется в последовательность импульсов с постоянной продолжительностью периода. Ширина импульса пропорциональна входной переменной величине. Длительность периода и минимальное время включения могут быть выбраны с учетом ограничений, указанных в табл. 6.3. Сформированный импульс направляется на соответствующий выход, поэтому выход, представленный в схеме соединений, постоянно переключается.

Если катушка PW..EN не активирована, то модуль также не активирован и установлен в ноль.

При установке минимальных длительностей необходимо учитывать следующее.

- Минимальная продолжительность включения устанавливается такая же, как и минимальная продолжительность выключения.

● Минимальная продолжительность включения на должна быть больше 10% минимальной продолжительности выключения. Соотношение минимального периода и минимального времени включения (P/M) зависит от процентного отношения переменной регулируемой величины. Минимальное время включения должно быть установлено как можно меньше, с тем, чтобы соотношение P/M было как можно больше. Если минимальное время включения не может быть очень маленьким, то продолжительность периода должна быть соответственно увеличена.

● Минимальное время включения составляет 1 мс.

● Если требуемая ширина импульса меньше, чем минимальная длительность включения, то включается контакт PW..E1.

● Если требуемая длительность паузы меньше, чем установленный минимум длительности отключения, то замыкается контакт PW..E1, а выходы Q1 и Q2 становятся постоянно включенными.

Комментарий. Соотношение P/M является обратной величиной диапазона регулирования при широтно-импульсной модуляции и характеризует точность регулирования. Приведенные минимальные значения периода модуляции (5 мс) и длительности импульса (1 мс) соответствуют диапазону регулирования 1:5 или точности регулирования примерно 20%. Если необходимо регулировать выходную величину с точностью до 1%, то следует устанавливать соотношение P/M как 100/1, то есть при минимальной ширине импульса 1мс следует устанавливать длительность периода 100 мс. Для инерционных процессов, таких как поддержание заданной температуры или давления, исходят из минимального периода управления, а затем выбирают минимальное время включения. Например, при выбранном периоде 10 с и заданной точности регулирования 1%, минимальное время включения составляет 0,1 с или 100мс.

6.5.4. Модуль ПИД регулятора (DC)

Модуль ПИД регулятора требует 96 байт памяти, плюс 4 байта для хранения входных констант модуля.

В составе реле MFD-Titan имеется 32 пропорционально-интегрально-дифференциальных (ПИД) регулятора от DC01 до DC32 для создания замкнутых систем управления.

При применении ПИД регуляторов знание особенностей построения и принципов действия замкнутых систем является обязательным.

Возможно использование трех отдельных регулируемых выходов. Первый регулируемый выход может быть организован через аналоговый выход реле. Два других регулируемых выхода могут быть выполнены с использованием двух выходов с широтно-импульсной модуляцией. Таким образом, можно создавать проекты с применением от одного до трех замкнутых контуров управления, либо их сочетаний.

В схеме соединений ПИД регулятор представляется в форме нескольких катушек и одного контакта.

Катушки:

от DC01EN до DC32EN – разрешение работы ПИД регулятора;

от DC01EP до DC32EP – активирование пропорциональной составляющей;

от DC01EI до DC32EI – активирование интегральной составляющей;
от DC01ED до DC32ED – активирование дифференциальной составляющей;
от DC01SE до DC32SE – активирование ручного управления.

Контакт

От DC01LI до DC32LI – регулируемая величина превысила допустимое значение.

Пример схемы соединения и дисплея настроек параметров ПИД регулятора приведен на рис. 6.62.

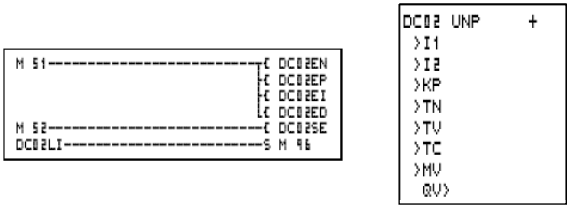


Рис. 6.62. Схема соединений и дисплей настройки параметров ПИД -регулятора DC02

На дисплее параметров изображены:
DC02 – условное обозначение и номер ПИД регулятора;
UNP – однополярный режим;
\+ - доступ к параметрам дисплея;
>I1 - уставка ПИД регулятора;
>I2 - текущая величина ПИД регулятора;
>KP - пропорциональный коэффициент усиления Kp;
>TN - постоянная времени интегрирования или время восстановления Tn;
>TV - постоянная времени дифференцирования Tv;
>TC - время цикла регулирования (квантование по времени);
>MV - переменная, управляемая вручную;
QV> - регулируемая переменная.
Оптимизация времени цикла регулирования см. п. 6.5.9.

Режимы работы ПИД регулятора

- UNP – однополярная 12- битовая величина от 0 до 4095;
- BIP – двухполярная 13- битовая величина от -4096 до +4095.

Входы

Входы функционального модуля >I1, >I2, >KP, >TN, >TV, >TC и >MV могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04:
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной QV> другого функционального модуля.

Текущая величина ...QV> может быть представлена следующими операндами:

- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01

Допустимые величины для входов и выходов

Параметр	Наименование	Допустимая величина	Точность/ед.изм.
>I1	Уставка регулятора	От −32 768 до +32767	
>I2	Текущая величина	От −32 768 до +32767	
>KP	Пропорциональный коэффициент усиления Kp	От 0 до 65535	-- /%
>TN	Постоянная времени интегрирования Tn	От 0 до 65535	в 100/ms
>TV	Постоянная времени дифференци-рования Tv	От 0 до 65535	в 100/ms
>TC	Время цикла регулирования	От 0 до 65535	в 100/ms
>MV	Переменная, регулируемая вручную	От −4096 до +4095	
QV>	Регулируемая переменная	От 0 до 4095 для однополярного режима От −4096 до +4095 для двухполярного режима	

Пример

Параметр	Наименование	Величина на входе	Рабочая величина в модуле
>KP	Пропорциональный коэффициент усиления Kp	1500	15
>TN	Постоянная времени интегрирования Tn	250	25c
>TV	Постоянная времени дифференцирования Tv	200	20c
>TC	Время сканирования	500	50c
>MV	Переменная, регули-руемая вручную	500	500

Работа модуля ПИД регулятора

Регулятор работает на основе ПИД алгоритмов, в соответствии с которыми регулируемая величина Y(t) является результатом расчета пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих.

ПИД регулятор начинает работать при активации катушки DC..EN. При не активированной катушке регулятор установлен в нулевое состояние и регулируемая величина на выходе равна нулю.

Пропорциональная составляющая П, интегральная И и дифференциальная Д активируются при включении соответствующих катушек. Таким образом, имеется возможность применять П, ПИ и ПИД регуляторы.

Общее уравнение ПИД регулятора

$Y(t) = YP(t) + YI(t) + YD(t)$,

где

Y(t) – регулируемая переменная, рассчитанная за время цикла;

YP(t) – пропорциональная составляющая, рассчитанная за время цикла;

YI(t) - интегральная составляющая, рассчитанная за время цикла;

YD(t) - дифференциальная составляющая, рассчитанная за время цикла.

Расчет регулируемой величины производится на каждом интервале цикла регулирования (времени квантования).

Пропорциональная составляющая ПИД регулятора

Пропорциональная составляющая YP является произведением коэффициента усиления Kp и ошибки регулирования (e). Ошибкой регулирования является разница между заданной Xs и текущей Xi величинами на участке цикла регулирования. Уравнение для расчета пропорциональной составляющей

$YP(t) = Kp \times [Xs(t) - Xi(t)]$.

Интегральная составляющая ПИД регулятора

Интегральная составляющая пропорциональна сумме ошибки за все время регулирования.

$YI(t) = Kp \times Tc/Tn \times [Xs(t) - Xi(t)] + YI\ (t-1)$,

где

Kp – кэффициент усиления;

Tc – время цикла;

Tn – установленная постоянная времени интегрирования;

Xs(t) – заданная величина на интервале цикла;

Xi(t) – текущая величина на интервале цикла;

YI(t–1) – величина интегральной составляющей регулируемой переменной на предыдущем интервале расчета.

Дифференциальная составляющая ПИД регулятора

Дифференциальная составляющая пропорциональна изменению ошибки регулирования. Во избежание больших скачков регулируемой переменной, вызванных операцией дифференцирования при изменении задания, рассчитывается изменение текущей величины. Дифференциальная составляющая рассчитывается в соответствии с уравнением

$YD(t) = Kp \times Tv/Tc \times [Xi\ (t-1) - Xi(t)]$,

где

Kp – коэффициент усиления;

Tc – время цикла;

Tv – время дифференцирования системы управления, называемое также постоянной времени дифференцирования;

Xi(t) – текущая величина на интервале цикла;

Xi(t–1) – текущая величина на предыдущем интервале расчета.

Время цикла Tc

Время цикла определяет продолжительность интервала, в течение которого модуль вызывается операционной системой для обработки. Его величина может быть от 0 до 6553,5 с. Если установлена нулевая величина, то время цикла определяется только интервалом времени между двумя вызовами модуля. При Tc=0 время цикла соответствует длине программы, и может быть причиной нерегулярной реакции системы управления. Вместе с тем, условие Tc=0 можно считать условием предельного быстродействия системы.

Ручной режим модуля ПИД регулятора

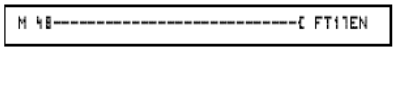
Для того, чтобы регулируемой величиной можно было управлять непосредственно, на входе модуля >MV должна быть представлена управляющая величина. При активированной катушке DC..SE величина на входе >MV преобразуется в регулируемую переменную QV>. Фактически это означает, что система работает в разомкнутом виде. При выключении катушки DC..SE установленный алгоритм управления восстанавливается.

При переходе в режим ручного управления и при выходе из него, в системе возможны экстремальные изменения и протекание экстремальных процессов.

6.5.5. Модуль сглаживающего фильтра (FT)

Модуль сглаживающего фильтра требует 56 байт памяти, плюс 4 байта для хранения входных констант модуля.

В реле MFD имеются 32 сглаживающих фильтра от FT01 до FT32 для сглаживания входных сигналов, имеющих помехи. Схема соединений фильтра и дисплей настройки параметров приведены на рис. 6.63.



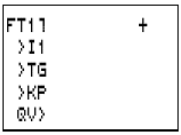


Рис. 6.63. Пример схемы соединений и дисплея настройки параметров сглаживающего фильтра FT17

На дисплее изображены следующие параметры:

FT17 – условное обозначение и номер сглаживающего фильтра;

\+ - доступ к параметрам;

>I1 – входная величина;

>TG – время восстановления;

>KP – коэффициент усиления;

QV> - выходная сглаженная величина.

Время восстановления Tg является временем, в течение которого рассчитывается выходная величина. Время Tg устанавливается таким, чтобы составлять целое число циклов управления Tc.

Входы

Входы функционального модуля >I1, >TG и >KP могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04:
  IA01 – вход I7,
  IA02 – вход I8,
  IA03 – вход I11,
  IA04 – вход I12;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной QV> другого функционального модуля.

Выходы

Выход функционального модуля QV> может быть представлен следующими операндами:

- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Допустимые величины для входов и выходов

Параметр	Наименование	Допустимая величина	Точность/ед.изм.
>I1	Входная величина модуля	От -32768 до +32767	
>TG	Время восстановления Tg	От 0 до 65535	в 100/мс
>KP	Коэффициент усиления Kp	От 0 до 65535	--/%
QV>	Выходная величина	От -32768 до +32767	

Пример

Параметр	Наименование	Величина на входе	Рабочая величина в модуле
>TG	Время восстановления Tg	250	25 мс
>KP	Коэффициент усиления Kp	1500	15

Катушка

От FT01EN до FT32EN: разрешение работы модуля.

Работа модуля сглаживающего фильтра

Если модуль вызывается впервые, то выходная величина инициализируется вместе с входной величиной, когда реле запускается или после сброса. Это ускоряет режим запуска модуля, причем катушка FT..EN должна быть активирована. Если катушка FT..EN не активирована, то модуль отключен и обнулен, то есть выходная величина равна нулю.

Модуль обновляет выходную величину всякий раз по истечении времени восстановления Tg.

Модуль работает в соответствии с уравнением

$Y(t) = [Ta/Tg] \times [Kp \times x(t) - Y(t-1)]$,

где

Y(t) – выходная величина, вычисленная за время цикла;

Ta – время цикла;

Tg – время восстановления;

Kp – коэффициент усиления;

x(t) – текущая величина на интервале цикла;

Y(t–1) – выходная величина на предыдущем интервале цикла

Время цикла Ta зависит от установленного времени восстановления, например:

- При установленном времени Tg от 0,1 с до 1 с, время цикла Ta =10 мс;
- При установленном времени Tg от 1 с до 6553 с, время цикла Ta = Tg x 0,01 с.

6.5.6. Модуль масштабирования (LS)

Модуль масштабирования требует 64 байта памяти, плюс 4 байта для хранения входных констант модуля.

MFD содержит 32 функциональных модуля масштабирования величин от LS01 до LS32. Модуль предоставляет возможность преобразования величины от одного значения к другому, уменьшать или увеличивать величину.

В схеме соединений модуль масштабирования представляется в форме катушки, рис. 6.64.

Рис. 6.64. Пример схемы соединения и дисплея настройки праметров модуля масштабирования LS27

На дисплее параметров изображены:
LS27 – условное обозначение и номер модуля масштабирования;
+ - доступ к изменению параметров;
>I1 – входная величина, текущее значение исходной величины;
>X1 – низшее значение исходной величины;
>Y1 – низшее требуемое значение величины;
>X2 – высшее значение исходной величины;
>Y2 – высшее требуемое значение величины;
QV> - выходная, масштабированная величина.

Входы

Входы функционального модуля >I1, >X1, >X2, >Y1 и >Y2 могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04:
  IA01 – вход I7,
  IA02 – вход I8,
  IA03 – вход I11,
  IA04 – вход I12;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной QV> другого функционального модуля.

Выход

Выход QV> функционального блока может быть представлен следующими операндами:

- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Каждая из величин >I1, >X1, >X2, >Y1, >Y2 и QV> может быть представлена числами от −2147483648 до +2147483647.

Катушка

От VC01EN до VC32EN, разрешение работы модуля.

Работа модуля масштабирования

Для работы модуля масштабирования необходимо активировать катушку LS..EN. Если катушка LS..EN не активирована, функциональный блок не работает, а на его выходе установлен ноль.

Выход модуля вычисляется в соответствии с уравнением

$$Y(x) = X \times \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} + \frac{}{}$$

где
Y(x) – текущая выходная величина в требуемом масштабе;
X – текущая исходная входная величина по входу >I1;
X1 – низшее значение исходной величины;
Y1 – низшее требуемое значение величины;
X2 – высшее значение исходной величины;
Y2 – высшее требуемое значение величины.

Комментарий. В данном случае термин «масштабирование» не совсем правильный, так как масштабирование предполагает умножение текущей величины на некоторое постоянное число. Здесь применен более сложный случай масштабирования с переменным коэффициентом, поскольку задаваемое соотношение низших и высших значений входных и выходных величин может быть разным.

Пример 1

Исходная величина является 10 - битовой и подается через аналоговый вход IA01. Требуемая величина должна быть 12 - битовой.

При указанных на рис. 6.65. параметрах настройки модуля LS01, имеем:

Текущая величина на аналоговом входе 511.

Масштабированная величина на выходе 2045.

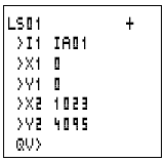


Рис. 6.65. Дисплей настройки параметров для примера 1

Пример 2

Исходная величина является 12- битовой, однополярной. Масштабированная величина должна быть 16 битовой, двухполярной.

На вход модуля >I1 сигнал подается с аналогового выхода ПИД – регулятора DC01QV

>X1 = 0,

>X2 = 4095,

>Y1 = −32768,

>Y2 = +32767.

При текущем значении на аналоговом входе 1789, масштабированная величина на выходе составляет −4137.

6.5.7. Модуль числовых преобразований (NC)

Модуль числовых преобразований требует 32 байта памяти, плюс 4 байта для хранения входных констант модуля.

MFD-Titan содержит 32 числовых преобразователя от NC01 до NC32. Числовой преобразователь позволяет преобразовать число из двоичной системы в десятичную, и наоборот. Пример схемы соединений и дисплея настройки параметров приведен на рис. 6.66.

На дисплее изображены:

NC02 – условное обозначение модуля и его номер;

BCD – режим преобразования из двоичной системы в десятичную;

\+ - доступ к редактирования параметров;

>I1 – входная величина;

QV> - выходная величина.

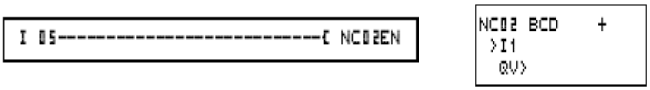


Рис. 6.66. Пример схемы соединений и дисплея настройки параметров модуля числовых преобразований NC02

Режимы работы преобразователя

- BCD преобразование числа из двоичной в десятичную систему;
- BIN преобразование числа из десятичной системы в двоичную.

Размеры чисел

- Двоичные от −161061273 до +161061273;
- Десятичные от −9999999 to +9999999.

Входы

Вход функционального модуля >I1 может быть представлен следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04:
  IA01 − вход I7,
  IA02 − вход I8,
  IA03 вход I11,
  IA04 − вход I12;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной QV> другого функционального модуля.

Выход

Текущая выходная величина ...QV> может быть представлена следующими операндами:

- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Катушка

От NC01EN до NC32EN: разрешение работы модуля.

Работа модуля числовых преобразований

Модуль начинает работать при активировании катушки NC..EN. Если катушка не активирована, то модуль не работает и на его выходе установлен ноль.

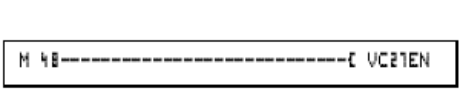
Более подробные сведения о работе модуля и примеры его применения см. технические описания завода − изготовителя AWB2528 - 1423 (EASY800) и AWB2528 − 1480 (MFD-Titan).

6.5.8. Модуль ограничения величины (VC)

Модуль ограничения величины требует 40 байт памяти, плюс 4 байта для хранения входных констант модуля.

MFD-Titan содержит 32 таких модуля от VC01 до VC32. Модуль ограничения позволяет верхнее и нижнее численные значения входной величины. Функциональный модуль срабатывает, если величина выходит за заданные пределы. В

схеме соединений модуль представлен в форме катушки. Пример схемы соединений и дисплея настройки параметров приведен на рис. 6.67.



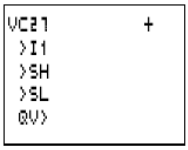


Рис. 6.67. Пример схемы соединений и дисплея настройки параметров модуля ограничения величины VC27

На дисплее изображены:
VC27 – условное обозначение модуля и его номер;
+ - доступ к редактирования параметров;
>I1 – входная величина;
>SH – верхнее ограничение величины;
>SL – нижнее ограничение величины;
QV> - выходная величина.

Входы

Входы функционального модуля >I1, >SH и >SL могут быть представлены следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04:
  IA01 – вход I7,
  IA02 – вход I8,
  IA03 – вход I11,
  IA04 – вход I12;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной QV> другого функционального модуля.

Выход

Текущая выходная величина ...QV> может быть представлена следующими операндами:

- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговым выходом QA01.

Ограничение размера констант и переменных

Все входные и выходная величины могут быть представлены числами в диапазоне от –2147483648 до +2147483647.

Катушка

От VC01EN до VC32EN – разрешение работы модуля.

Работа модуля ограничения величины

Величина принимается на входе VC...I1, если катушка VC...EN активирована. Если величина больше заданного верхнего предела или меньше заданного нижнего предела, соответствующее ограничение величины поступает на выход VC..QV. Если катушка VC..EN не активирована, модуль не работает и на его выходе установлен ноль.

6.5.9. Модуль установки времени цикла (ST)

Модуль установки времени цикла требует 24 байта памяти, плюс 4 байта для хранения входных констант модуля.

MFD-Titan содержит один модуль ST01. Функциональный модуль служит как дополнение к модулю ПИД регулятора. Он устанавливает фиксированное время цикла для процессов, происходящих в схеме соединений и в функциональных модулях. В схеме соединений модуль представлен в форме катушки. Пример схемы соединений и дисплея настройки параметров приведен на рис. 6.68.

На дисплее изображены:

ST01 – условное обозначение модуля и его номер;

+ – доступ к редактирования параметров;

>I1 – установка времени цикла;

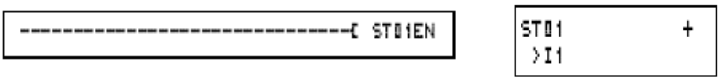


Рис. 6.68. Пример схемы соединений и дисплея настройки параметров модуля установки времени цикла ST01

Время цикла может быть установлено в пределах от 0 до 1000 мс.

Входы

Вход функционального модуля >I1 может быть представлен следующими операндами:

- константами;
- маркерами MD, MW, MB;
- аналоговыми входами от IA01 до IA04:
  IA01 – вход I7,
  IA02 – вход I8,
  IA03 – вход I11,
  IA04 – вход I12;
- аналоговым выходом QA01;
- текущей величиной QV> другого функционального модуля.

Катушка

ST01EN: разрешение работы модуля.

Работа модуля

Модуль обеспечивает работу в пределах установленного цикла, если катушка разрешения ST01EN активирована. Модуль позволяет ускорить во времени протекание процессов управления

- если реальное время цикла меньше, чем установленное в модуле время цикла, то действует установленное время цикла;
- если реальное время цикла больше установленного времени цикла, то установленное время цикла не действует;
- если катушка ST01EN не активирована, то модуль не работает и обнулен.

Внимание!

Чем меньше время цикла, тем быстрее протекают процессы регулирования. По мере возможности, устанавливайте как можно меньшее время цикла.

7. ИНФОРМАЦИОННАЯ СЕТЬ EASY-NET. РАБОТА РЕЛЕ EASY В ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ

7.1. Введение в информационную сеть EASY-NET

С помощью специальных соединителей от двух до восьми реле (в этом случае участники сети называются станциями) могут быть объединены в рабочую информационную сеть (NET). У всех реле, включенных в сеть, на лицевой панели начинает пульсировать светодиод NET. Сеть предоставляет такие возможности:

- объединять входы и выходы всех реле сети;
- выполнять быстрое и удобное управление распределенными в пространстве объектами;
- синхронизировать для всех объектов управления текущие дату и время;
- читать и записывать состояние входов и выходов реле;
- устанавливать данные на других станциях;
- принимать данные от других станций;
- загружать программы из одной станции в другую.

Сеть основана на принципах информационной сети CAN (Controller Area Network), в соответствии со стандартом ISO 11898. CAN имеет следующие свойства (принципы).

- Сообщения выполняются в соответствии с протоколом передачи.
- Возможен доступ к шине Мультимастер с неискажающим побитовым шинным арбитражем путем приоритетной передачи. (Арбитраж: например, определение очередности подсоединения оборудования к шинам).
- Многосетевая передача производится с фильтрацией сообщения на стороне приема.
- Способность работы в реальном масштабе времени (короткое время реакции для сообщений высокого приоритета, небольшое время реакции на сообщения о неисправностях).
- Функционирование в условиях помех (блоки коротких фраз).
- Высокий уровень защиты от ошибок.

Система CAN использована как основа для создания NET. Передача сообщений адаптирована и оптимизирована, чтобы соответствовать требованиям окружения EASY.

7.2. Соединения в рабочей сети NET

Для соединений в сети NET применяются 8 - полюсные разъемы RJ45, EASY-NT-RJ45 и кабели, сечения и сопротивления которых выбираются в зависимости от длины секции кабеля. Рекомендуются следующие соотношения

Длина секции кабеля, м	Удельное сопротивление, не более... мОм/м	Рекомендуемое сечение, мм^2
до 1000	16	1,5
до 600	26	от 0,75 до 0,8
до 400	40	от 0,5 до 0,6
до 250	60	от 0,34 до 0,6
до 175	70	от 0,25 до 0,34
до 40	140	0,13

В общем случае расчетное сечение кабеля определяется по формуле

$$S_{min} = \frac{l_{max} \cdot \rho_{cu}}{12,4}$$

где l_{max} - максимальная длина кабеля, м;
P_{cu} - удельное сопротивление меди, 0,018 Ом□мм^2/м;
S_{min} – минимальное сечение жилы кабеля, мм^2.

Для соединения станций, находящихся на небольшом расстоянии, применяются кабели заводского изготовления типа EASY-NT длиной 30, 80 и 150 см, оснащенные стандартными разъемами RJ45.

Гнезда для присоединения сетевых кабелей обозначены стрелками и цифрами: 1- вход, 2- выход. На входе первой станции и на выходе последней станции следует установить специальные шинные резисторы типа EASY-NT-R. Оставлять эти разъемы разомкнутыми нельзя.

7.3. Топология, адресация и функционирование NET

NET выполняется по линейной топологии. Возможно использование двух методов для обеспечения адресации (рис. 7.1).

- Цепь в форме петли, проходящей через все устройства.
- Цепь в форме Т – образных соединений и коротких линий связи с реле.

В первом случае возможно выполнение адресации станций через станцию 1 или через EASY-SOFT. Если такая линия прерывается, то сеть не работоспособна, начиная от точки ее разрыва.

Во втором случае, если короткая линия от станции до Т – образного соединения отключится, все остальные станции в сети остаются работоспособными.

Всем устройствам в сети присваивается индивидуальный адрес посредством:

- загрузки программы;
- загрузки адресов из EASY-SOFT;
- использования дисплея или
  использования устройства, имеющего свой адрес.

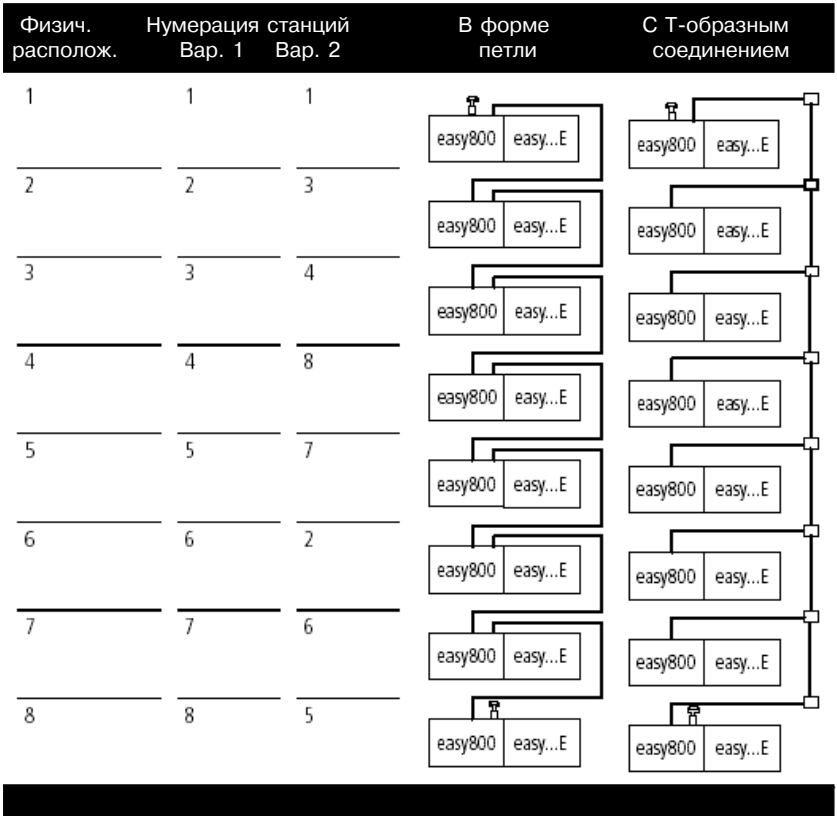


Рис. 7.1 Примеры формирования сети EASY-NET

Вариант 1. Нумерация станций соответствует их физическому расположению.

Вариант 2. Нумерация станций не совпадает с физическим расположением, за исключением первой, принятой за базовую или основную станцию.

Расположение и адресация операндов входов и выходов в сети NET указаны в следующей таблице. Станции могут взаимодействовать между собой только посредством указанных в таблице входов и выходов (табл. 7.2).

Таблица 7.2. Расположение и адресация операндов в сети

Станция	Основные обозначения		Модули расширения		Сетевые данные разм. «bit»		Сетевые данные разм. «word»	
	Вход I	Выход Q	Вход R	Выход S	Вход RN	Выход SN	Получение	Отправка
1	1I1- 1I16	1Q1- 1Q8	1R1- 1R16	1S1- 1S8	iRN1- iRN32 i=2..8	iSN1- iSN32 i=2..8	GT1- GT32	PT1- PT32
2	2I1- 2I16	2Q1- 2Q8	2R1- 2R16	2S1- 2S8	iRN1- iRN32 i=1,3..8	iSN1- iSN32 i=1,3..8	GT1- GT32	PT1- PT32
3	3I1- 3I16	3Q1- 3Q8	3R1- 3R16	3S1- 3S8	iRN1- iRN32 i=1,2,4..8	iSN1- iSN32 i=1,2,4..8	GT1- GT32	PT1- PT32
4	4I1- 4I16	4Q1- 4Q8	4R1- 4R16	4S1- 4S8	iRN1- iRN32 i=1..3,5..8	iSN1- iSN32 i=1..3,5..8	GT1- GT32	PT1- PT32
5	5I1- 5I16	5Q1- 5Q8	5R1- 5R16	5S1- 5S8	iRN1- iRN32 i=1..4,6..8	iSN1- iSN32 i=1..4,6..8	GT1- GT32	PT1- PT32
6	6I1- 6I16	6Q1- 6Q8	6R1- 6R16	6S1- 6S8	iRN1- iRN32 i=1..5,7..8	iSN1- iSN32 i=1..5,7..8	GT1- GT32	PT1- PT32
7	7I1- 7I16	7Q1- 7Q8	7R1- 7R16	7S1- 7S8	iRN1- iRN32 i=1..6,8	iSN1- iSN32 i=1..6,8	GT1- GT32	PT1- PT32
8	8I1- 8I16	8Q1- 8Q8	8R1- 8R16	8S1- 8S8	iRN1- iRN32 i=1..7	iSN1- iSN32 i=1..7	GT1- GT32	PT1- PT32

Как видно из табл. 7.2, в сети можно обращаться к любым входам и выходам, в том числе и к своим собственным, кроме «битовых» входов RN и выходов SN. Здесь обращение по собственному адресу станции запрещено. В схеме соединений выход SN исполняет роль катушки, а вход RN – контакта. Эти входы и выходы можно применять только парами, имеющими одинаковый номер. Например, при отправке единичной информации из 2-й станции в 8-ю, применяются выход 2SN30 и вход 8RN30.

Пример 1. Взаимодействие 2-х станций (рис. 7.2).

Станция 1 считывает информацию с входа I01 станции 2 и переписывает ее на выход Q01 той же, 2-й станции. В данном случае 2-я станция не имеет собственной схемы соединений или программы.

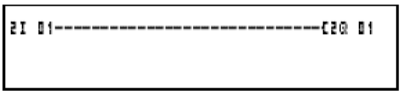
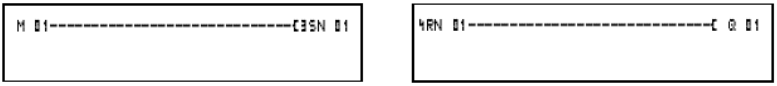


Рис. 7.2. Строка схемы соединений 1-й станции

Пример 2. Взаимодействие 2-х станций (рис. 7.3). Маркер M01 станции 4 включает выход Q01 станции 3 через сеть. Обе станции имеют схемы соединений.



а. б.

Рис. 7.3. Схемы соединений станций 4- а, и 3 – б.

Функционирование станций в сети. Станции в сети NET могут выполнять две различные функции.

- Станции, обладающие интеллектом, то есть имеющие собственную программу (станции с 1 по 8).
- Станции без собственной программы, используемые как дистанционные устройства входа/выхода (станции со 2 по 8). Станция 1 обязательно должна иметь программу (схему соединений).

Полномочия станций по чтению и записи в сети

Станции, в зависимости от их функций и конфигурации, имеют различные полномочия по чтению и записи в сети NET.

Станция 1 имеет полномочия записи:

- всех входов и выходов всех станций независимо от способа их функционирования;
- собственных локальных выходов;
- физических цифровых выходов станций, которые функционируют как устройства входа/выхода;
- сетевых «битовых» данных станций со 2 по 8, от SN01 до SN32.

Станции со 2 по 8, выполняющие функции устройства входа/выхода не имеют доступа к чтению и записи.

Станции со 2 по 8, выполняющие интеллектуальные функции имеют полномочия записи:

- всех входов и выходов всех станций независимо от способа их функционирования;
- собственных локальных выходов;
- сетевых «битовых» данных станций со 2 по 8, от SN01 до SN32, кроме номера собственной станции.

7.4. Конфигурирование сети NET

Сеть должна быть конфигурирована таким образом, чтобы обеспечить ее оптимальное использование. Конфигурация сети задается в системном меню CONFIGURATOR..., NET...(рис. 7.4).

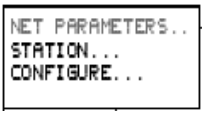


Рис. 7.4 Меню конфигуратора NET

7.4.1. Меню параметров NET PARAMETERS...

Меню параметров NET имеет следующие строки:

NET ID: 00	номер станции
BAUDRATE: 125 Kb	скорость передачи информации
BUSDELAY: 00	задержка передачи данных
SEND IO	посылка о каждом изменении входов/выходов
REMOTE RUN	автоматическое изменение режима работы (доступ к RUN)
REMOTE IO	доступ к входам/выходам

Номер станции, NET ID

- Все установки NET выполняются на станции 1, это наиболее практичное решение. Локальную конфигурацию нужно делать только при замене какого-либо устройства.
- Номер станции обозначается как номер устройства NET-ID (устройство в сети NET).
- Номер станций может быть установлен на устройствах EASY800, имеющих дисплей и кнопки управления.
- Действующие номера станций для управления устанавливаются от 01 до 08.
- Номер станции 00 - это номер, устанавленный изготовителем по умолчанию.
- Если происходит замена устройства, то номер 00 надо изменить, в противном случае это означает двойную адресацию.

Скорость передачи информации, BAUDRATE

Устройство EASY800 позволяет устанавливать скорость передачи между 10 и 1000 кбод (1 baud = 1 бод, что соответствует скорости передачи 1бит/с; 1кБ=1000Б) Скорость передачи задается в ступенчатой форме. Возможные сту-

пени скорости следующие: 10, 20, 50, 125, 250, 500 и 1000 кБ. Максимальная скорость зависит от суммарной длины соединительных кабелей. Изготовитель рекомендует следующие соотношения длины кабелей в метрах и скорости передачи в кбодах, (м/кБ):

6/1000
25/500
40/250
125/125
300/50
700/20
1000/10

Заводская установка по умолчанию 500 кБ.

Изменение времени записи данных, BUSDELAY

Каждая сеть NET автоматически определяет количество активных станций в сети, применяемую скорость передачи и общее количество передаваемых байт. Минимальный интервал времени, необходимый устройству для определения этих величин, должен гарантировать, что все устройства успевают получить эти сообщения. Если интервал времени требуется увеличить, то следует изменить BUSDELAY (задержка шины данных). Эта величина должна быть больше нуля. Установка BUSDELAY: 01 удваивает интервал времени, а максимальная величина 15 увеличивает этот коэффициент до 16. Общая зависимость кратности интервала времени от установленного коэффициента следующая

$$tpnew = tp \times (1 + n),$$

где

tpnew - новый интервал времени;

tp – интервал времени, установленный сетью;

n – установленная величина BUSDELAY.

В целом, на быстродействие управления влияет скорость передачи, количество передаваемых данных и интервал времени передачи. Увеличение интервала времени означает уменьшение количества сообщений, переданных в единицу времени. Чем меньше количество передаваемых данных, тем быстрее реакция системы.

Увеличение интервала времени обычно требуется только в период наладки и ввода в эксплуатацию, для передачи большого объема информации от персонального компьютера.

Посылка о каждом изменении входов/выходов, SEND IO

Функцию SEND IO следует активировать, если требуется, чтобы все остальные станции сети немедленно получали информацию об изменениях состояния входов и выходов. Если интеллектуальные станции непосредственно считывают входы и выходы других станций (например 0I02, 8Q01) функцию SEND IO также следует активировать. Для этого в меню против SEND IO следует установить флажок. По умолчанию флажок устанавливается изготовителем.

Вследствие этого количество сообщений в сети может значительно увеличиться. Поэтому, в случае использования быстрых счетчиков, функция SEND IO должна быть выключена. В противном случае быстро записываемые входные данные приводят к ненужной перегрузке сети. Если интеллектуальным станциям при этом требуется обмениваться «битовой» информацией, то для этого необходимо использовать входы и выходы RN и SN.

Автоматическое изменение режима работы, REMOTE RUN

Функция REMOTE RUN активируется, если все станции должны автоматически следовать за изменением режима работы 1-й станции. По умолчанию функция REMOTE RUN активирована изготовителем.

Функция SEND IO должна быть всегда активирована, для того, что бы 1-я станция всегда своевременно получала информацию о входах и выходах.

Интеллектуальные станции с дисплеем следуют за изменением режима работы только в случаях, если дисплей находится в режиме «Статус дисплея» или в текстовом режиме.

При введении в эксплуатацию очень важно следующее!

Если в эксплуатацию вводится много станций, размещенных в разных местах и управляющих механизмами и системами через сеть NET, нужно гарантировать, что функция REMOTE RUN не активирована. Иначе, в процессе наладки возможен нежелательный запуск машин или систем. Согласованное включение механизмов и систем можно применять только после полного окончания наладочных работ.

Конфигурирование доступа к входам/выходам, REMOTE IO

Завод изготовитель по умолчанию конфигурирует реле как устройства ввода/вывода. Это имеет то преимущество, что реле могут быть использованы немедленно для расширения входов и выходов. В меню необходимо только назначить номер станции. Эту операцию можно выполнить через EASY-SOFT или на 1-й станции, имеющей дисплей.

Если необходимо назначить устройство как интеллектуальную станцию в сети, функцию REMOTE IO нужно выключить.

Пример конфигурирования сети

Последние три настройки параметров сети выполняются индивидуально на каждой интеллектуальной станции (рис. 7.5). Остальные настройки можно выполнить из 1-й интеллектуальной станции.

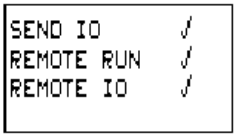
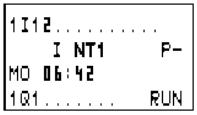


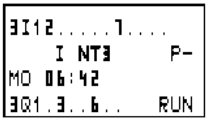
Рис. 7.5 Стандартные настройки параметров сети по умолчанию

Пример наблюдения состояния входов и выходов станций

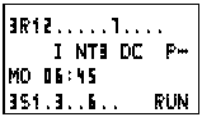
На каждой станции, имеющей дисплей, можно отразить состояние входов и выходов другой станции сети. На рис. 7.6. показан пример просмотра состояния входов и выходов 3-й станций на дисплее 1-й станции.



а.



б.



в.

Рис. 7.6 Пример просмотра состояния входов и выходов других станций сети

В режиме статуса дисплея нажать кнопку ESC, при этом в центре дисплея начнет мерцать номер станции NT1 (рис. 7.6, а). Кнопками курсора устанавливаем требуемый номер станции NT3 (рис. 7.6, б). При этом слева от обозначения входов и выходов также появляется номер станции 3I и 3Q. После повторного нажатия OK на дисплее можно увидеть состояние входов и выходов модуля расширения входов и выходов 3-й станции 3R и 3S (рис. 7.6,в).

Примечание. Наблюдать состояние входов и выходов можно только в режиме RUN.

Эта строчка меню доступна только для реле, имеющего статус станции 1. В предложенном списке из 8 реле необходимо присвоить каждому реле определенный номер станции в сети. Нумерация всех станций, кроме первой, по физическому расположению или по общему плану может не совпадать с присвоенными номерами в сети. Указывать следует только те реле, которые действительно включены в сеть.

7.4.2. Состояние сети, CONFIGURE...

В этом меню отражается правильность функционирования станций и исправность сети NET, см. п. 7.7, диагностика.

7.5. Типы сообщений станций

Каждый тип сообщения имеет собственную идентификацию. Эта идентификация определяет приоритет сообщений. Это важно в граничных случаях передачи, чтобы гарантировать, что все сообщения достигают своего места назначения. В рабочей сети NET можно выделить несколько типов сообщений.

- Выходные данные станции 1 (Q,S), которые переданы станциям без программ.
- Сетевые выходы и входы посланные и полученные между станциями с программами (SN, RN).
- Данные, посланные и полученные через сеть между станциями с программами (функциональные модули PT и GT).
- Передача состояния входов и выходов станций (I, R, Q, S).
- Загрузка программ для каждой станции.

7.6. Принципы перегрузки данных

Сетевые данные CPU (центральный процессор - ЦП) преобразует в программную форму. EASY800 в рабочей сети оборудовано своим собственным ЦП. Обработка сетевых данных производится параллельно с выполнением программы. После каждого программного цикла данные сети записываются в форме операндов программы и передаются для чтения. Действия с этими данными выполняются в следующем цикле программы.

Сетевой ЦП станции считывает каждое сообщение в сети. Если это сообщение относится к данной станции, оно принимается в память сообщений. Если содержание сообщений изменяется, он их также посылает. Передача происходит только тогда, когда в сети нет других сообщений. Сеть конфигурирована таким образом, чтобы каждая станция могла послать свое собственное сообщение. Это означает, что между посылкой сообщений станция должна ожидать в течение некоторого интервала времени. Интервал времени увеличивается с увеличением количества станций и уменьшением скорости передачи данных. Рекомендации для увеличения скорости передачи сообщений.

- Установите наивысшую скорость передачи данных, соответствующую протяженности сети.
- Чем меньше сообщение, тем быстрее оно будет передано.
- Избегайте загрузки программ в режиме RUN.

7.7. Индивидуальные «знаки наличия» и диагностика

Номера станций идентифицируются для каждой станции посредством «знака наличия», или «знака жизни», («vital sign»).

Тип входных и выходных сообщений используется как «знак наличия» для гарантии того, что состояние станции будет опознано другими станциями. Состояния входов и выходов посылаются циклически в зависимости от выбранной скорости передачи и не зависимо от того, включена ли функция SEND IO. Если входы и выходы станции не опознаны другими станциями по окончании времени цикла, то станция считается не присоединенной, пока «знак наличия» не будет опознан.

Определение знака производится со следующими промежутками времени

Скорость передачи, кБ	Все станции посылают «знак наличия» каждые... мс	Станции воспринимают отсутствие «знака наличия» после... мс
1000	60	180
500	60	180
250	120	360
125	240	720
50	600	1800
20	1500	4500
10	3000	9000

Если установлено отсутствие «знака», то соответствующий контакт диагностики устанавливается в 1 положение (замыкается). Контакты диагностики обозначаются ID, с присвоением им номера станции, от ID01 до ID08.

Если станция не посылает «знак наличия», (станция неисправна, оборвана сеть), включается соответствующий контакт диагностики ID. Данные, считанные от неисправной станции, после обнаружения неисправности обнуляются. Правильность функционирования станций и исправность сети NET можно проконтролировать в системном меню (рис. 7.7).

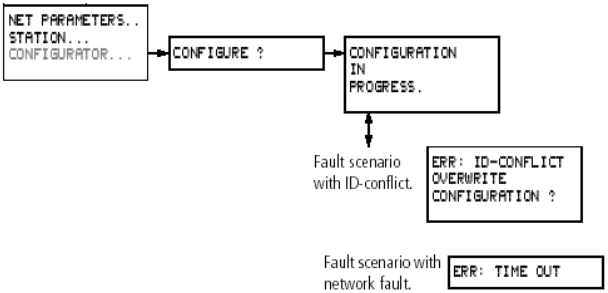


Рис. 7.7 Сообщение о неисправности сети

На дисплеях, представленных на рисунке, указан случай нормального функционирования (CONFIGURATION IN PROGRESS) и два случая неисправности: ID-CONFLICT и неисправность сети.

7.8. Надежность передачи данных в сети

Принятая система построения сети CAN широко применяется во всех средствах передачи данных. Вероятность ошибки оценивается менее, чем 10^{-10} от посланных сообщений. Частота возникновения ошибки в сообщении зависит от следующих факторов:

- загрузки шин;
- длины сообщения;
- частоты нарушений работоспособности;
- количества станций.

8. ПРОГРАММИРОВАНИЕ РЕЛЕ EASY С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «EASY-SOFT»

8.1. Этапы разработки программы

Программирование устройств EASY и MFD можно осуществлять с помощью компьютера с программным обеспечением EASY SOFT, а также непосредственно с помощью клавиш на передней панели реле EASY или MFD с контролем вводимых символов программы на дисплее.

EASY-SOFT версии 6.0 и выше поддерживают функции всех моделей реле EASY и MFD. Последовательность работы в данном программном обеспечении следующая: создание проекта, создание схемы соединений, визуализация условий работы на дисплее (только для MFD). Проверка работы разработанной схемы управления осуществляется в режиме «имитация». После успешной имитации программа переписывается в программируемое реле в режиме «коммуникация». Для соединения компьютера с реле используется кабель EASY-PC-CAB.

8.1.1. Конфигурация проекта

В режиме «Проект» интерфейс EASY-SOFT (рис. 8.1) разделен на три части: панели инструментов 1, панели свойств 2, рабочего стола 3.

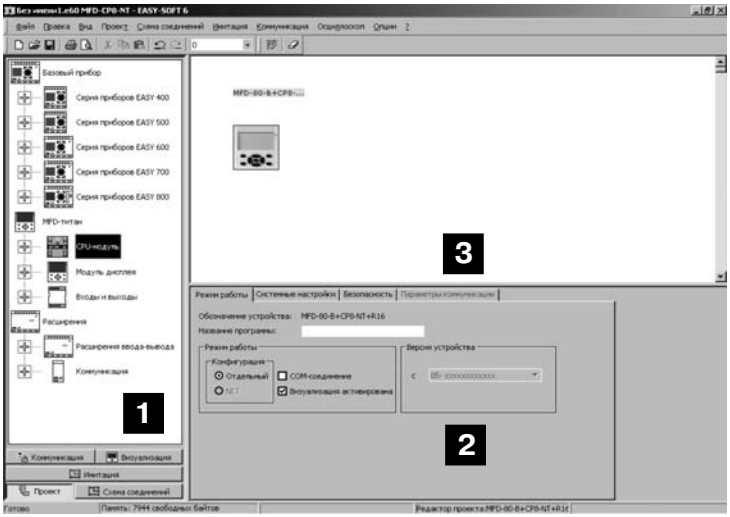


Рис. 8.1 – Интерфейс Easy Soft Pro в режиме «Проект».

Проектом является комбинация из устройств и относящейся к ним схемы соединений. Выбрав необходимый тип программируемого реле (см. п. 2.2), в панели инструментов, необходимо перенести его на рабочий стол. Для этого щелкают левой кнопкой мыши на изображении необходимого устройства и, не отпуская кнопки, перетягивают его в рабочую область. Далее появится окно с выбором номера версии устройства. Номера версий устройств отличны друг от друга набором языков и шрифтов, используемых в устройстве.

В поле свойств находится перечень всех свойств выбранного устройства. К свойствам относятся, например, число входов и выходов, число маркеров, элементы времени и счета. Это поле необходимо для выбора устройства, наиболее подходящего пользователю для создания схемы, в которой известно количество всех элементов, в том числе входов и выходов.

После помещения устройства на рабочую область в поле свойств будут находиться вкладки: режим работы, системные настройки, безопасность.

Режим работы

В данном поле находятся:

- обозначение – модель выбранного устройства;
- название программы – поле ввода названия программы, которое будет отображаться во всей документации, которую возможно распечатать;
- конфигурация:

отдельный – отдельно работающий;

NET – работающий в составе NET-сети;

COM соединение – при активированном COM – соединении устройство имеет удаленного участника для доступа чтения. Если удаленный участник снабжен модулем расширения, его входы и выходы могут также читаться.

- Визуализация активирована – автоматически активируется при установке модуля дисплея для MFD.

Системные настройки (рис. 8.2).

В данном поле находятся:

- I-дребезг конт. – включает или выключает замедление измерения входных сигналов, которое может быть необходимо, чтобы компенсировать возможный дребезг контактов электрических аппаратов;
- P кнопки – возможность присвоить собственную операцию при нажатии на кнопку при этом потеряется функция работы кнопки по умолчанию;
- Развертывание карты – если опция отключена, устройство EASY/MFD при включении питания, когда карта памяти не вставлена, сразу же включается в режим работы RUN. Активированная опция способствует тому, что при вставленной карте памяти в устройство загрузится хранящаяся на ней действующая программа (схема соединений), как только устройство переключится в режим работы RUN. Если в устройстве уже будет другая программа, то она будет стерта;
- Сохраняемые данные – устройство обладает энергонезависимой памятью, т.е. записанная в память EASY/MFD программа сохраняется очень долгое время (более 10 лет). Иногда необходимо знать количество отработанных операций для функциональных блоков до момента исчезновения напряжения на EASY/MFD.

Сохранять можно данные следующих реле и модулей:

MB – маркер. Выбираемая область маркеров в обозначенных пределах может быть объявлена остаточной.

C, CH, CI – счетчики. Все счетчики могут быть приведены в рабочее состояние остаточным действительным значением.

DB – выбираемая область информационных модулей DB.. может управляться остаточной действительной величиной.

T – выбираемая область реле времени может управляться остаточной действительной величиной.

Под остаточной понимается сохраняемая в модулях информация в момент отключения реле или перехода в режим STOP. При возобновлении режима RUN модули начинают работу с начальными условиями, соответствующими остаточным значениям.

Летнее время – возможность выбора, каким образом должно происходить автоматическое переключение на летнее время устройств EASY/MFD, и должно ли это переключение происходить в реальном времени.

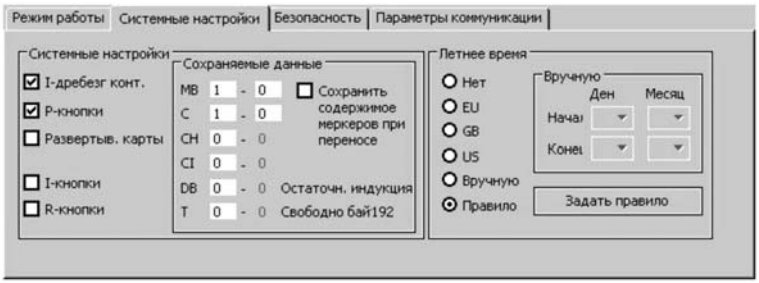


Рис. 8.2. Поле свойств режима «Проект»

Безопасность

Здесь находится поле ввода пароля с последующим подтверждением.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! При забытом пароле, снять пароль возможно только на заводе – изготовителе или при полной потере программы, находящейся в устройстве.

Защите паролем подлежат: схема соединений, параметры, часы, режим работы.

Если нажать правой клавишей мыши в поле рабочей области на устройство то возникнет контекстное меню, в котором находятся следующие пункты меню:

- **ластик** – стирание ненужного устройства из рабочей области;
- **удалить устройство** – аналогично ластику;
- **NET-ID** – порядковый номер участника (при создании сети реле из связанных друг с другом до 8-ми участников, один из которых обязательно является базовым, с порядковым номером «1», остальные же называют подчиненными, соответственно с порядковыми номерами от «2» до «8», по собственной, так называемой NET- сети протяженностью до 1000 м);
- **информация об устройстве** – отображение в панели свойств информации по выделенному устройству;
- **замена устройства** – замена устройства при созданной схеме соединений.

Следует отметить тот факт, что добавление устройства расширения к EASY 400 и 500 версий невозможно. Но в этом нет необходимости по той причине, что имеются EASY 600, 700 и 800 версий, имеющие те же параметры, что и ранние версии, но уже с большим количеством элементов, входов выходов. А если и этого недостаточно, то возможно осуществить подключение устройства расширения непосредственно к EASY версий 600, 700 и 800, а также к MFD Titan.

8.1.2. Схема соединений

После выбора устройства необходимо создать схему соединений, для чего щелкнуть левой клавишей мыши на кнопке «Схема соединений» панели инструментов. В этом режиме интерфейс также состоит из панели инструментов 1, панели свойств 2 и рабочего стола 3, называемого также окном схемы соединений (рис. 8.3).

В области панели инструментов находятся все элементы, которые перетаскиванием при нажатой левой кнопке мыши можно поместить в рабочее окно схемы соединений.

I – вход основного устройства. Устройства EASY и MFD имеют, в зависимости от типа, 8 или 12 входных клемм. Состояние сигналов на входных клеммах можно отобразить в схеме соединений (см. п. 4.2).

R – вход устройства расширения. Устройства расширения EASY и MFD имеют 12 выходных клемм. Состояние сигналов на входных клеммах можно отобразить в схеме соединений (см. п. 4.5).

Q – выход основного устройства. Устройства EASY и MFD имеют в зависимости от типа 4, 6 или 8 выходов (см. п. 4.4).

S – выход устройства расширения. Устройства расширения EASY и MFD имеют в зависимости от типа 6 или 8 выходов каждое (см. п. 4.5).

ID – диагностическое сообщение. Признаки существования отдельных участников NET сети и их состояние. Чтобы состояние участника сети становилось известным другим участникам, существует такой тип сообщений входов и выходов, как распознавание признаков существования (см. п. 7.7).

LE – программируемый светодиод. Эти выходы предназначены для оптической сигнализации режимов устройства MFD.

M – маркер. Вспомогательное реле (см. п. 6.1.9).

P – P кнопки. Устройства EASY и MFD дают возможность запрограммировать четыре курсорные кнопки дополнительно в качестве контактов управления. В схеме соединений кнопки представлены как контакты P1 - P4 (см. п. 5.6).

: – модуль перехода. Переходы могут использоваться в качестве переключателя для перехода к нужной строке схемы. Если, например, необходимо выбрать ручной или автоматический режим, это можно сделать с помощью переходов. Переходы состоят из исходной и конечной точек перехода (метка). Переходы возможны только в одном направлении – вперед (см. п. 6.2.12).

A – компаратор аналоговых значений. С помощью аналогового компаратора возможно сравнить значения напряжений на аналоговых входах с заданными значениями (см. п. 6.2.12).

AR – арифметика. Арифметический модуль необходим для вычислений: сложение, вычитание, умножение и деление (см. п. 6.2.2).

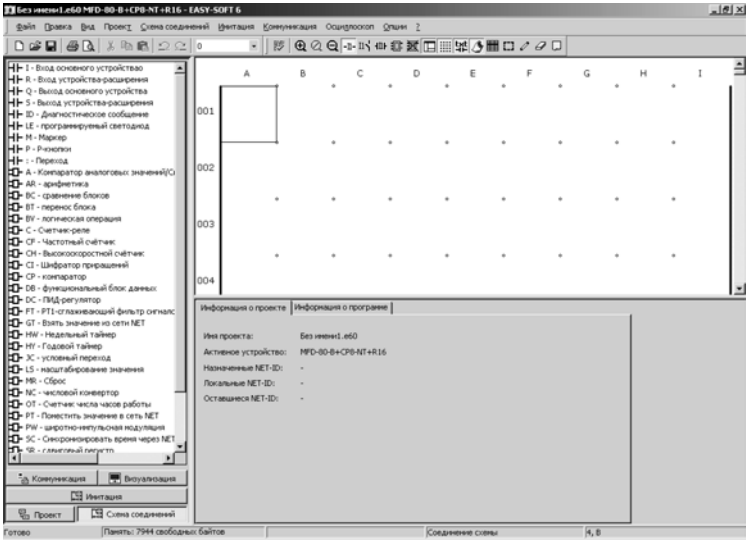


Рис. 8.3. Интерфейс Easy Soft Pro в режиме «Схема соединений»

BC – модуль сравнения данных. Обеспечивает сравнивание между собой величин двух взаимосвязанных диапазонов маркеров (см. п. 6.5.1).

BT – модуль трансляции данных. Обеспечивает возможность копировать и инициализировать связанные блоки данных маркер-байтов, выбирая между режимами работы INI (инициализировать) и CPY (копировать) (см. п. 6.5.2).

BV – логическая операция. Возможность отобрать специальные биты из значений, распознать их образцы, изменить их (см. п. 6.2.4)

C – счетчик. При каждом позитивном фронте импульса на входе счетчика его содержимое увеличивается на единицу. Возможно вводить нижние и верхние предельные значения как сравнительные величины, при достижении которых будет замкнут контакт в схеме. Счетные модули позволяют ввести начальное значение содержимого счетчика (см. п. 6.2.5).

CF – частотный счетчик (счетчик измерения частоты см. п. 6.2.6.1).

CH – высокоскоростной (быстрый) счетчик. Обеспечивает подсчет сигналов частотой до 5 кГц (см. п. 6.2.6.2).

CI – шифратор приращений. Устройства имеют два инкрементальных счетчика CI01 и CI02. Возможно вносить верхнее и нижнее пороговое значение как сравнительную величину. В соответствии с действующим значением включаются контакты. Функционирование счетчиков зависит от времени цикла. Максимальная частота 3 кГц. Форма импульсов входных сигналов должна быть прямоугольной (см. п. 6.2.6.3).

CP – цифровой компаратор. Обеспечивает возможность сравнить переменную и постоянную величины (см. п. 6.2.7).

DB – функциональный модуль данных. Обеспечивает возможность занести

в память одну величину при входе I1, операнд которого соединен с выходом QV. С его помощью можно, например, сохранять заданные значения функциональных модулей (см. п. 6.2.9).

DC – модуль ПИД регулятора. Принцип ПИД – регулятора базируется на уравнении, которое представляет выходную величину Y(t) как сумму пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих. Регулятор может использоваться в режимах работы UNP и BIP, а также управляться в ручном режиме (см. п. 6.5.4).

FT – сглаживающий фильтр сигналов. Модуль может быть использован для сглаживания помех сигналов. Он работает как фильтр нижних частот. Сигнал проходит через вход I1 (см. п. 6.5.5).

GT – модуль получения значения из сети NET. Функциональный блок получает данные, которые подготавливают другие участники сети NET с помощью функционального блока PUT (см. п. 6.2.10).

HW – недельный таймер. Каждый недельный таймер имеет 4 канала A, B, C, D. Все каналы воздействуют вместе на один контакт Q1 недельного таймера. Время задается между 00:00 и 23:59 (см. п. 6.2.11.1).

HY – годовой таймер. Таймер может включать диапазоны, отдельные дни, месяца, годы или комбинации из этих данных (см. п. 6.2.11.2).

JC – условный переход. С его помощью можно провести переход, используя метку перехода LB. Условие для перехода – сигнальное положение на EN-катушке. Метка перехода (конечная точка перехода) определяется при помощи функционального блока LB. JCxx и LBxx всегда использовать в паре.

LS – модуль масштабирования значения. Обеспечивает линейную взаимосвязь между величиной на входе I1 и величиной на выходе QV. Выходная величина определяется через две пары координат X1, Y1 и X2, Y2. Возможно верхнее и нижнее ограничение Y1 и Y2(см. п. 6.5.6).

MR – модуль сброса. Позволяет установить в состояние «0» все маркеры и все выходы одной командой. В зависимости от режима работы модуля обнулены могут быть только выходы, или только маркеры, или и то и другое вместе (см. п. 6.2.13).

NC – числовой конвертор. Модуль преобразовывает двоично-кодированные числа в десятичные и обратно. В режиме работы (BCD, BIN) выбирается операция преобразования (см. п. 6.5.7).

OT – счетчик числа часов работы. При настройке катушки в состояние «1», счетчик отсчитывает время работы (ресурс) с точностью до 1 минуты. Контакт включен при действительном значении большем или равном заданному. Счетчик сохраняет сведения о времени работы после отключения питания и даже при удалении схемы соединений (см. п. 6.2.14).

PT – поместить значение в сеть NET. При помощи функционального блока PUT возможно передавать в сеть NET операнды максимальной длины в 32 бита. Их значение будет передано и автоматически прочитано функциональным блоком GET другого участника сети NET (см. п. 6.2.15).

PW – широтно-импульсная модуляция. Функциональный модуль трансформирует входную величину в последовательность импульсов с постоянной продолжительностью периода. Ширина импульсов при этом пропорциональна регулирующей величине SV (см. п. 6.5.3).

SC – модуль синхронизации времени в сети NET. Текущая дата, день недели и время отправляющего участника автоматически устанавливаются в сети

NET. Все другие NET-участники принимают эти значения автоматически (см. п.6.2.16).

SR – сдвиговый регистр. Возможность при каждом бите тактового импульса или маркере-слове двойной длины переходить на позицию вперед или назад.

ST – модуль установки времени цикла. Обеспечение заданного времени цикла. Это время цикла устанавливается, когда максимальное время цикла программы меньше, чем заданная величина. Максимальное время заданного цикла составляет 1000 мс (см. п. 6.5.9).

TB – функция таблицы. Возможность очень просто составлять и читать 32-битные таблицы в форме слов двойной длины.

T – реле времени. Обеспечивает возможность изменить период переключения, время включения и выключения контакта. Возможное время задержки находится между 5 мс и 99 ч 59 мин. Минимальная интервал изменения настройки времени составляет 0,005 с (см. п. 6.2.17).

VC – модуль ограничения значения. Ограничивает значение на входе I1 в диапазоне между нижней и верхней границей и действует как дискриминатор окон (см. п. 6.2.17).

При перетаскивании элементов в рабочее окно схемы соединений горизонтальные связи между ними формируются автоматически. Недостающие вертикальные связи могут быть добавлены с использованием инструмента «Карандаш» из панели инструментов, находящейся вверху окна (рис. 8.4). Ненужные связи удаляются с помощью инструмента «Ластик». В каждой строке схемы можно располагать слева направо до четырех контактов и одну катушку. Большинство элементов могут быть установлены в схему соединений как контакты и катушки, причем количество контактов каждого элемента не ограничено, а катушка должна быть установлена в схему только один раз. В окне схемы соединений каждый помещаемый туда элемент схемы остается помеченным квадратной рамкой, при этом в окне «Панель свойств» можно настраивать его параметры. К базовым параметрам можно отнести порядковый номер элемента, тип контакта (размыкающий или замыкающий), функцию катушки.

Можно также щелчком левой кнопкм мыши выделить рамкой любой элемент схемы и настроить его параметры. Если элемент находится в области контактов, то можно задать его номер (рис. 8.5 в окне I:) и с помощью опциональной кнопки (рис. 8.5 в окне «Контакт») установить его как размыкающий или замыкающий. Если операнд находится справа в области катушек, то его настраивают через панель списка «Функция катушки» (рис. 8.6).

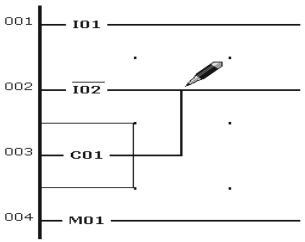


Рис. 8.4. Использование инструмента «Карандаш» для вычерчивания схемы соединений

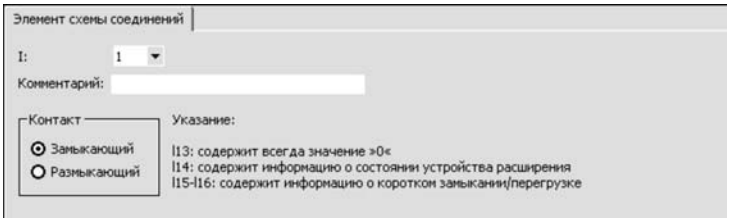


Рис. 8.5 Настройка параметров контактов

Для таких элементов как счетчики, реле времени (таймеры) и др. кроме параметров катушек могут быть настроены другие специфические параметры. Например, настроив функцию катушки счетчика во вкладке «Элемент схемы соединений» (рис. 8.7), переходим на вкладку «Параметр» (рис. 8.8).

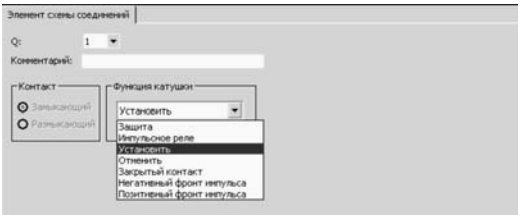


Рис. 8.6. Настройка параметров катушек

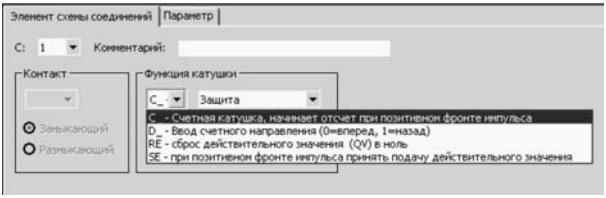


Рис. 8.7. Настройка параметров катушки счетчика

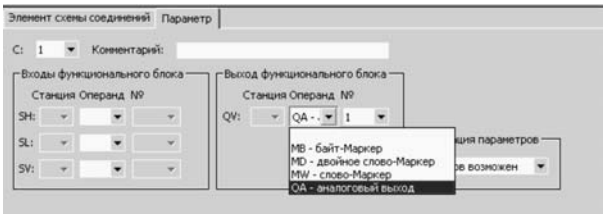


Рис. 8.8. Настройка параметров счетчика

Здесь в окне «Входы функционального блока» могут быть заданы верхнее SH и нижнее SL значения выходов счетчика, при которых замкнется его контакт, а также задано начальное значение содержимого счетчика SV. В окне «Выход функционального блока» устанавливается элемент, в который будет помещено выходное значение кода счетчика. В изображенном на рис. 8.8 варианте выходной код счетчика будет преобразован в сигнал напряжения постоянного тока и подан на аналоговый выход реле QA, причем десятичному числу 1023 соответствует напряжение +10В.

Пример установки параметров реле времени (таймера) приведен на рис. 8.9 – 8.11.

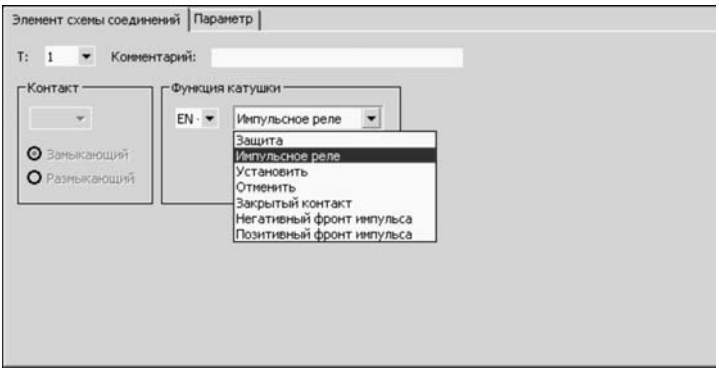


Рис. 8.9. Настройка параметров катушки реле времени

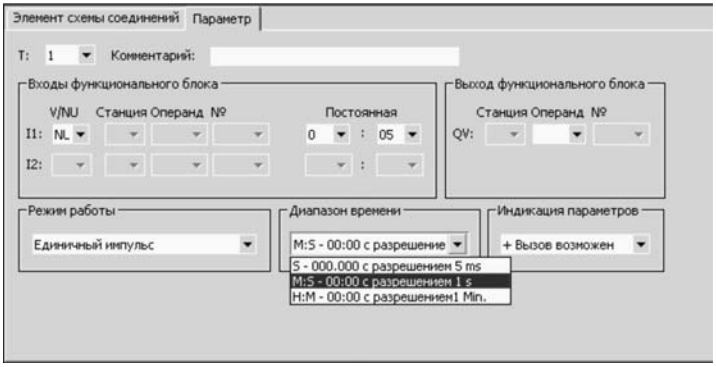


Рис. 8.10. Настройка диапазона времени реле времени

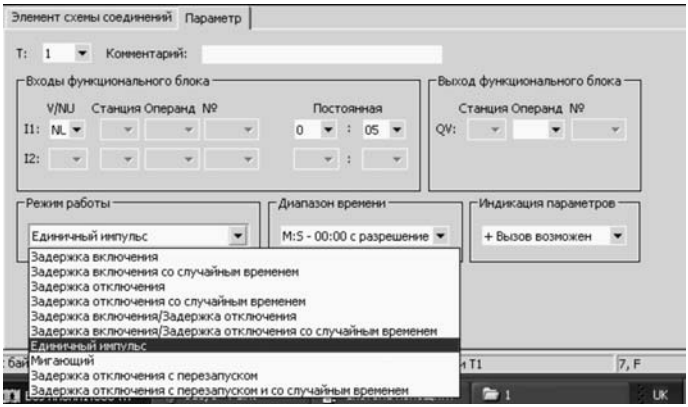


Рис. 8.11. Настройка режима работы реле времени

На вкладке «Параметр» в окне «Диапазон времени» можно установить размерность (мс, с, мин) выдержки времени (рис. 8.10), в окне «Входы функционального блока» у входа I1 задать вид выдержки времени как постоянную NL, а в окне «Постоянная» указать продолжительность этой выдержки.

В окне «Режим работы» определяется способ функционирования контакта реле времени. В изображенном на рис. 8.11 варианте реле будет замыкать свой контакт на 5 с и затем размыкать его.

В отличие от проектов EASY 400/600 в проектах EASY 800/MFD наряду со схемой соединений существует ещё и схема функциональных блоков. Её можно вывести на экран, выбрав в меню **Режим**, **Функциональные блоки** или напрямую нажатием кнопки «Функциональные блоки» на панели инструментов вверху окна.

Схема функциональных блоков предлагает пользователю обзорный план всех использованных в программе функциональных блоков, а также возможность контроля того, какие входы и выходы функционального блока используются и где.

Например, счетный модуль отображается в схеме функциональных блоков в виде, показанном на рис. 8.12. Здесь показано, что в схеме использован счетчик C01, верхнее заданное значение (SH) установлено на 16, а текущее значение выхода временно сохранено в маркер-байте MB01. Входы и выходы функционального блока всегда отображаются жирным шрифтом (здесь **SH**, **SL**, **SV** и **QV**). Входы находятся на левой стороне, выход - на правой. Входы функционального блока принимают 32-битные значения, выход QV выдает текущее значение функционального блока, который также имеет формат 32-битного значения. QV может сохраняться в маркер-байте (MB), маркер-слове (MW), маркер-слове двойной длины (MD) либо передаваться напрямую на аналоговый выход устройства.

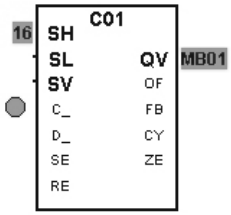


Рис. 8.12. Отображение счетчика в схеме функциональных блоков

Контакты функционального блока находятся на его правой стороне и отображаются обычным шрифтом. Они могут быть интегрированы в схему соединений в качестве контактов. С помощью этих контактов можно передавать состояния функционального блока и создавать логические связи в схеме соединений. Например, когда счетчик достиг заданного значения 16, устанавливается контакт функционального блока **OF** (действительное значение больше или равно верхнему заданному значению **SH**). Можно использовать этот сигнал в схеме соединений, чтобы, например, сбросить на ноль маркер-байт 1.

Катушки функционального блока находятся на его левой стороне и также отображаются обычным шрифтом. Эти катушки требуются для того, чтобы, например, активировать модуль или передавать ему счетные импульсы. Передача счетных импульсов счетчика реализована через катушку **C_** .

Если в схеме соединений использованы контакты или катушки, модуль сообщает об этом с помощью зеленых кругов (например, на рис. 8.12 перед катушкой C_).

8.1.3. Визуализация

После того, как создана схема соединений для MFD Titan, может быть запрограммирована визуализация процесса работы схемы, для чего необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши на соответствующей кнопке в панели инструментов. В рабочей области (рис. 8.13) теперь находится следующие вкладки: вид маски дисплея с порядковым номером по умолчанию «1», редактор маски, редактор клавиатуры.

В режиме «Редактор маски» слева в панели инструментов находятся элементы, которые разделены на следующие категории:

графические элементы
- битовая индикация;
- битовое изображение;
- битовая карта отображения сообщений;
- диаграмма полоса.

элементы клавиатуры
- кнопка с фиксацией;
- поле кнопки;

текстовые элементы
- статичный текст;
- текст сообщения;

- меню маски;
- бегущая строка;
- вращающийся текст.

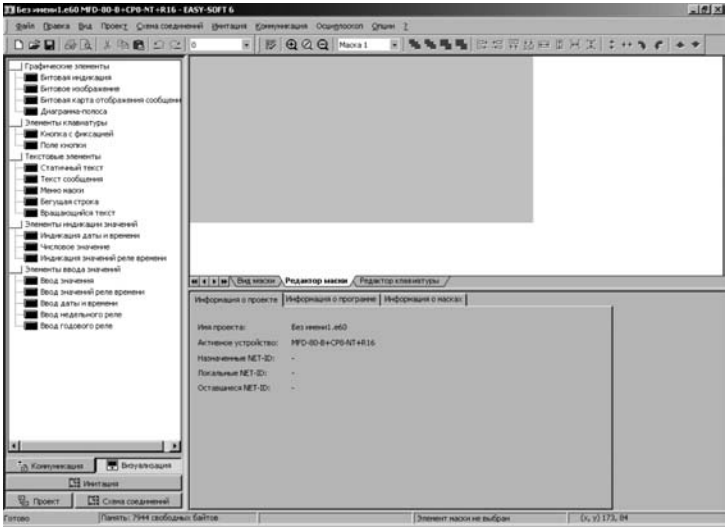


Рис. 8.13. Интерфейс Easy Soft Pro (визуализация/редактор маски)

элементы индикации значений

- индикация даты и времени;
- числовые значения;
- индикация значений реле времени.

элементы ввода значений

- ввод значения;
- ввод значений реле времени;
- ввод даты и времени;
- ввод недельного реле;
- ввод годового реле.

Элементы помещаются в рабочее поле с помощью операции «переноса».

В поле свойств находятся вкладки настроек выбранного элемента. Рассмотрим по порядку настройки этих элементов.

Графические элементы.

Битовая индикация. С помощью этого элемента можно вывести на дисплей параметры сигнала булевой переменной.

К булевым операндам относятся:

- I – вход основного устройства;
- ID – диагностическое сообщение;
- LE – светодиодный индикатор;

- M – маркер;
- Q – выход основного устройства;
- R – входы устройства расширения;
- S – выходы устройства расширения;
- P – кнопка устройства.

У элемента «битовая индикация» имеются следующие вкладки: связанная переменная, видимость, изменение изображения.

Связанная переменная. В поле «переменная» задается связанная переменная. Значение параметров булевого операнда или входов/выходов функционального блока можно устанавливать с помощью битовой логики на **замыкающий контакт** или **размыкающий контакт.**

Видимость. Обеспечивает возможность сделать элемент индикации во время эксплуатации MFD-дисплея видимым или невидимым. Здесь же присутствует битовая логика элемента.

Изменение изображения. Возможность переключить отображение элемента индикации на MFD-дисплее с нормального на инвертированное.

Битовое изображение. После помещения элемента «битовое изображение» в рабочее поле открывается окно с выбором ранее созданного файла изображения в монохромном режиме. Поддерживаются следующие форматы изображения: bmp, gif, jpg, ico, tif. У элемента «битовое изображение» имеются вкладки: изображение, видимость.

Элемент индикации маски позволяет проводить индикацию самостоятельно разработанной или готовой графики. Для изменения изображения следует связать растровую графику с конкретной булевой переменной.

Значение состояния булевого операнда, который установлен для изменения отображения на **мигающие**, можно инвертировать с помощью битовой логики на **замыкающий контакт** или **размыкающий контакт**.

Битовая карта отображения сообщений. С помощью этого элемента маски могут отображаться меняющиеся графики битового изображения, содержание которых зависит от состояния переменной. Элемент отображения **битовое изображение** сообщения служит для сигнализации об изменении состояния процесса. Для того, чтобы отобразить такие изменения, необходимо соединить битовое изображение сообщения с переменной **связанные переменные.**

Все битовые изображения внутри элемента отображения имеют одинаковую величину и, регулируемые состоянием переменной, появляются попеременно, всегда в одинаковой позиции маски.

У элемента **битовая карта отображения сообщений** имеются следующие вкладки: связанная переменная, битовая карта отображения сообщений – таблица, видимость, изображение.

Битовая карта отображения сообщений – таблица. В данном поле каждому параметру состояния (числовое значение) переменной приписывается битовое изображение, которое должно отображаться. Параметры состояния могут задаваться только один раз.

Диаграмма-полоса. С помощью этого элемента аналоговые и цифровые значения могут отображаться в графической форме. Диаграмма отображает состояние связанных переменных на дисплее в виде изменяющегося черного столбца. Диаграмма свободно масштабируется. Можно задать направление движения влево, вправо, вверх или вниз. При превышении определённых предель-

ных значений диаграмма начинает мигать, что способствует безопасному ведению процесса.

У элемента «диаграмма-полоса» имеются следующие вкладки настроек: связанная переменная, диапазон значений, видимость, изображение.

Диапазон значений. Здесь регулируется минимальное или максимальное отклонение столбца, когда значение переменной достигнет заданного значения. При достижении максимального значения столбец полностью заполняет весь диапазон элемента отображения. Как только достигнуто минимальное значение, столбца видно не будет.

Элементы клавиатуры.

Кнопка с фиксацией. Этот элемент позволяет отклонить состояние булевого связанного операнда или входа булевого функционального блока нажатием кнопки «OK». Это нажатие влияет непосредственно на изменение состояния связанных переменных, при этом в процессе ввода пользователь не может вносить изменения. Ввод завершается автоматически нажатием кнопки, далее совершается переход к следующему элементу ввода, если такой есть в наличии.

Имеются следующие вкладки настроек: переменная соединений/ маркировка, видимость, обслуживаемость.

Переменная соединений/маркировка. Здесь выбирается булева связанная переменная, состояние которой при нажатии кнопки «OK» должно стать отрицательным. Связанными переменными могут быть все булевы операнды схемы соединений или все булевы входы программы используемых функциональных блоков.

В поле **Маркировка** вводится текст в соответствующем варианте языка. Текст может содержать до 16 знаков.

Поле кнопки. Кнопкой здесь будет называться однострочный графический элемент, посредством которого можно изменять значение установленной связанной переменной. Описанный здесь вводный элемент **панель кнопки** объединяет в одном окне несколько кнопок, из которых можно активировать только одну. Активизация одной кнопки автоматически приводит к выключению второй. Элемент включает от 2 до 255 отдельных кнопок. Их количество зависит от типа и числа установленных значений, которые задаются для переменных в таблице панели кнопки. Тем самым каждой кнопке приписывается определённое установленное значение. Пользователь выбирает кнопку, которая должна быть установлена, при помощи кнопок управления курсором вверх/вниз пошагово или влево/вправо постраничными шагами. Кнопка устанавливается нажатием кнопки «OK», а прерывается с помощью кнопки «ESC».

Текстовые элементы.

Статичный текст. С помощью данного элемента можно вывести на экран постоянный текст. Длина текста может составлять максимум 16 знаков. Текст остается видимым до тех пор, пока на него не накладываются другие элементы маски. Текст отображается на том языке, который назначен как язык загрузки.

Текст сообщения. С помощью этого элемента маски можно вывести на экран меняющийся текст, содержание которого зависит от состояния переменной. При этом текст сообщения служит для индикации изменения состояния в процессе. Для того, чтобы отобразить такие изменения, текст сообщения связывается с переменной (Связанные переменные). Длина текста может составлять максимум 16 знаков.

Меню маски. Данный элемент дает возможность пользователю, нажатием кнопок управления курсором, во время работы переходить к другой маске. Элемент ввода построен в форме меню. Те маски (максимально 255), которые внесены в таблицу параметров, можно просмотреть на дисплее в одинаковом вертикальном расположении.

Бегущая строка. С помощью этого однострочного элемента отображения может выводиться бегущая строка текста. Знаки (максимально 63 знака) непрерывно передвигаются справа налево в диапазоне элемента отображения. Присутствуют настройки видимости и изображения.

Вращающийся текст. При помощи этого однострочного элемента отображения могут выводиться тексты, которые содержат больше знаков, чем обычно может отображаться в строке дисплея. Элемент отображает на дисплее последовательно в одной текстовой строке все текстовые элементы, которые построчно внесены в таблицу параметрирования. При этом все отдельные строки таблицы на две секунды засвечиваются. После последней строки таблицы отображение начнется с первой текстовой записи. Для каждого элемента отображения можно ввести до 255 строк таблицы, каждая из которых может содержать максимально 16 знаков.

Элементы индикации значений.

Индикация даты и времени. Посредством этого элемента можно вывести на дисплей дату и время MFD-часов реального времени. Можно выбрать между международными формами отображения, которые соответствуют простым системным языкам или американской формой отображения. Таблица форматов даты и времени в соответствии с установкой страны показывает имеющиеся форматы отображения.

Числовое значение. С помощью данного элемента можно получить значения процесса в абсолютном или масштабированном виде в десятичном формате. Значение процесса вводятся с помощью связанной переменной.

Индикация значений реле времени. При помощи этого элемента отображения отображается информация о времени функционального блока - реле времени (T). Элемент отображает значение процесса связанной переменной как информацию о времени. Отображение ориентируется на заданный диапазон времени.

Элементы ввода значений.

Ввод значения. Посредством этого элемента можно задавать числовые значения и, таким образом, вмешиваться в процесс работы схемы. Ввод значений происходит посредством установленных связывающих переменных. Введенное значение сохраняется внутри, обрабатывается программой и выводится до тех пор, пока не будет изменено пользователем или программой. Если ввода пользователем не происходит, то данный элемент маски ведет себя как элемент ***числовое значение***, то есть служит для индикации установленных переменных.

Ввод значений реле времени. С помощью этого вводного элемента можно вносить изменения в заданное значение времени на входах I1 и I2 функционального блока ***реле времени*** (T). Когда устройство находится в режиме RUN, пользователь может ввести данные при помощи кнопок MFD-устройства и тем самым поменять продолжительность включения и выключения контакта. Введенное значение запоминается программой.

Ввод даты и времени. Этим элементом ввода можно внести изменения даты и времени. Когда устройство находится в режиме RUN, пользователь может изменить эти данные кнопками MFD-устройства. Дополнительно можно синхронизировать настройку часов у всех имеющихся участников сети NET. Изменив дату и время у одного участника, по сети NET они будут автоматически изменяться и у других участников.

Ввод недельного реле. С помощью этого вводного элемента можно дополнительно изменять время включения или выключения одного из соответствующих четырех каналов (A, B, C и D) функционального блока **Недельный таймер** (HW). Когда устройство находится в режиме работы RUN, пользователь может изменить эти данные при помощи кнопок MFD-устройства. Введенное значение запоминается программой. Этим элементом определяется время включения или время выключения канала функционального блока.

Ввод годового реле. С помощью этого элемента ввода можно изменять время включения или выключения для одного из соответствующих четырех каналов (A, B, C и D) функционального блока годовой таймер (HY). Когда устройство находится в режиме работы RUN, пользователь может изменить эти данные кнопками MFD-устройства. Новое введенное значение запоминается программой. Этим элементом определяется время включения или выключения канала функционального блока.

В качестве примера рассмотрим визуализацию процесса работы схемы управления прессом. Создадим заранее в стандартной программе “Paint” и сохраним в формате .bmp монохромные изображения положений ползуна (рис. 8.14).

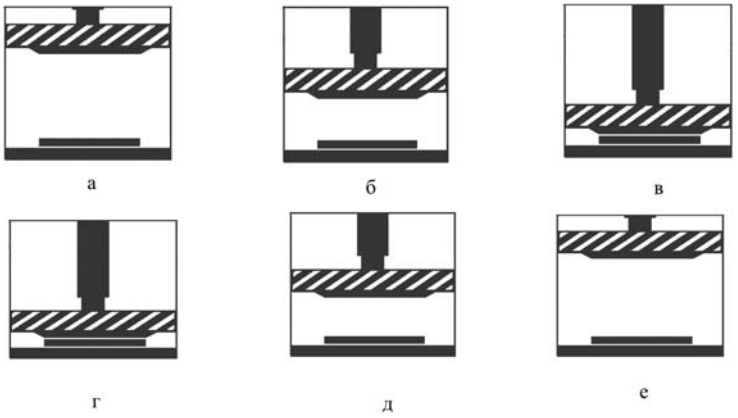


Рис. 8.14. Положения ползуна пресса

Открыв вкладку **редактор маски** в рабочее поле с помощью операции «переноса» помещаем элемент - битовое изображение. После помещения данного элемента в рабочее поле открывается окно выбора файла дисплея. После выбора сохраненного файла (рис. 8.14, а), на рабочем поле появится первый слой анимации положений ползуна. Последующие слои (рис. 8.14, б, в, г, д, е) помещаются в рабочее поле аналогично накладываясь один на другой (рис. 8.15).

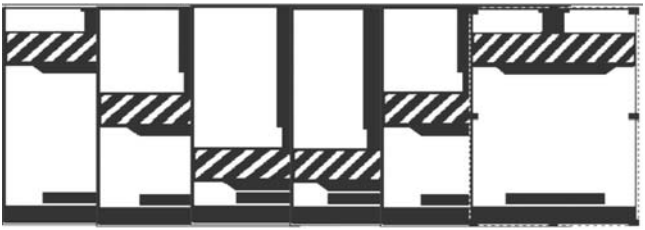
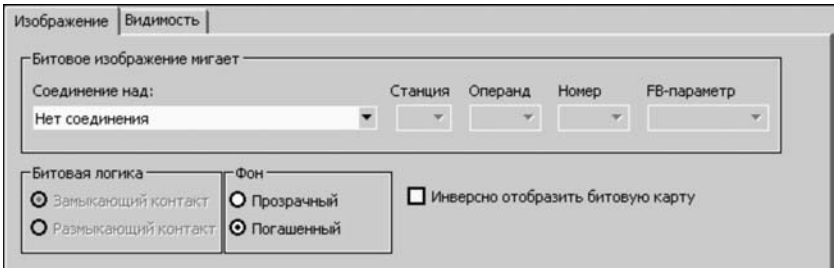
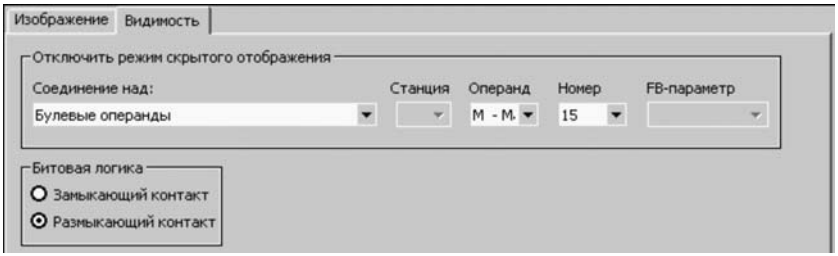


Рис. 8.15. Рабочее поле редактора маски

Каждый слой битового изображения (в частности положение ползуна) имеет настройку изображения (рис. 8.16, а) и видимости (рис. 8.16, б).



а



б

Рис. 8.16. Вкладки настроек битового изображения

В поле вкладки «Видимость» каждому слою приписывается свой операнд, при срабатывании которого в зависимости от настройки **битовой логики** будет отображаться или исчезать битовое изображение.

Для рассматриваемой задачи настройки видимости для каждого положения ползуна представлены в табл. 8.1.

Таблица 8.1. Базовые настройки положений ползуна пресса

Положение ползуна	Булевый операнд	Номер булевого операнда	Битовая логика	Фон
	M - маркер	12	размыкающий	погашенный
	M - маркер	02	размыкающий	погашенный
	M - маркер	09	размыкающий	погашенный
	M - маркер	16	размыкающий	погашенный
	M - маркер	14	размыкающий	погашенный
	M - маркер	15	размыкающий	погашенный

Для визуализации длительности времени прессования, поместим в рабочее поле с помощью операции «переноса» графический элемент – **диаграмма-полоса**, применив оповещающий элемент – **текст сообщения** «ПАУЗА» (рис. 8.17)

Рис. 8.17. Текст сообщения и диаграмма-полоса

Диаграмма–полоса имеет настройки: связанной переменной, диапазона значений, видимости, изображения.

В поле **Связанная переменная** (рис. 8.18) выбираем тип переменной DWord, операнд – таймер T01 и FB – параметр – QV-32 битный выход функционального блока.

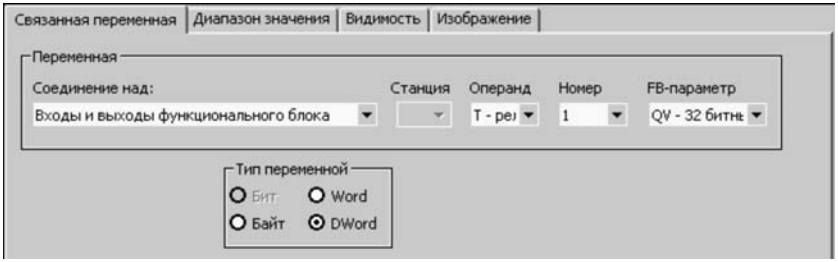


Рис. 8.18. Вкладка связанной переменной диаграммы-полосы

Диапазон значения (рис. 8.19) представляет собой настройку минимально и максимально возможного числа, до которого будет «расти» полоса, при этом можно настроить нулевую отметку – отметку начала отсчета. Поскольку выдержка времени таймера T01 настроена на 5 секунд, то изменим условное число на максимальное число 5, при этом полоса будет отсчитывать секунды.

Рис. 8.19. Вкладка диапазона значений диаграммы-полосы

Вкладка **Видимость** (рис. 8.20) дает возможность включить режим скрытого отображения полосы, выбрав переменную и битовую логику, режим будет активирован.

В рассматриваемом случае данный режим задействоваться не будет поскольку в этом нет необходимости.

Вкладка **Изображение** (рис. 8.21) позволяет настроить внешний вид, добавить шкалу, изменить направление движения полосы.

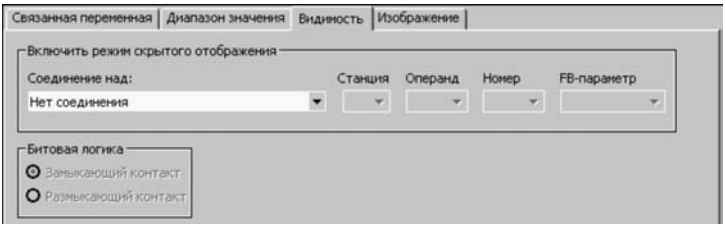


Рис. 8. 20. Вкладка настройки видимости диаграммы-полосы

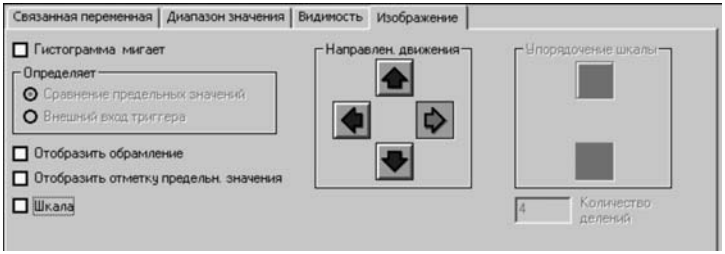


Рис. 8. 21. Вкладка настройки изображения диаграммы-полосы

Элемент **Текст сообщения** имеет вкладки связанной переменной, текстов сообщений, видимости и изменения изображения.

В поле **Связанная переменная** выбираем тип переменной DWord и переменную – таймер T01 и FB – параметр QV-32 битный выход функционального блока.

Вкладка **Тексты сообщений** (рис. 8.22) позволяет приписать выбранной одной связанной переменной в зависимости от параметра состояния – текст сообщения в одном поле. Для этого, сначала вписывается параметр состояния, а затем текст сообщения.

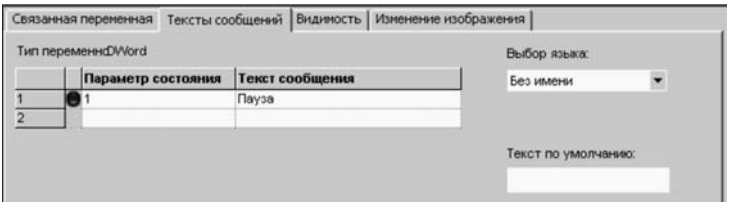


Рис. 8.22. Вкладка настройки текстов сообщений

Вкладка **Видимость** аналогична вкладке видимости диаграммы-полосы описанной ранее и в рассматриваемом случае задействована не будет.

Вкладка **Изменение изображения** (рис. 8.23) позволяет изменить изображение на обратное и в виде мигающего сигнала при этом выбирается связанная переменная. В рассматриваемом примере изменений изображения не требуется.

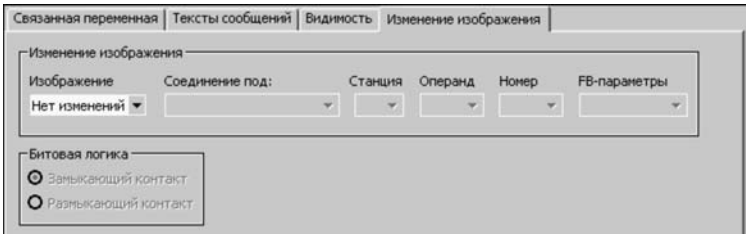


Рис. 8.23. Вкладка изменения изображения текста сообщения

8.1.4 Имитация

Этот режим предназначен для проверки правильности работы созданной схемы управления. В этом режиме экран EASY Soft разделен на три части: панель инструментов, панель свойств, окно схемы соединений (рис. 8.24).

Панель свойств играет роль отображающего экрана, на котором можно наблюдать за состояниями, входов, выходов, маркеров и дисплея MFD (этот последний вариант панели свойств изображен на рис. 8.24). Окно схемы соединений служит для иллюстрации состояния схемы во время ее работы, включаемые контакты и катушки подсвечиваются красным цветом.

В панели инструментов находятся следующие вкладки:

- Принцип работы I/R;
- Входы I;
- Входы R;
- Аналоговые входы;
- Цикл имитации;
- Точка останова;
- Показание.

Принцип работы I/R. Вкладка дает возможность настройки состояний работы входов (I1...I16; R1...R16) а именно: размыкающий (нормально закрытый) с фиксацией или без, замыкающий (нормально открытый) с фиксацией или без (рис. 8.25, а). По умолчанию настройка всех входов установлена в положение замыкающий с фиксацией.

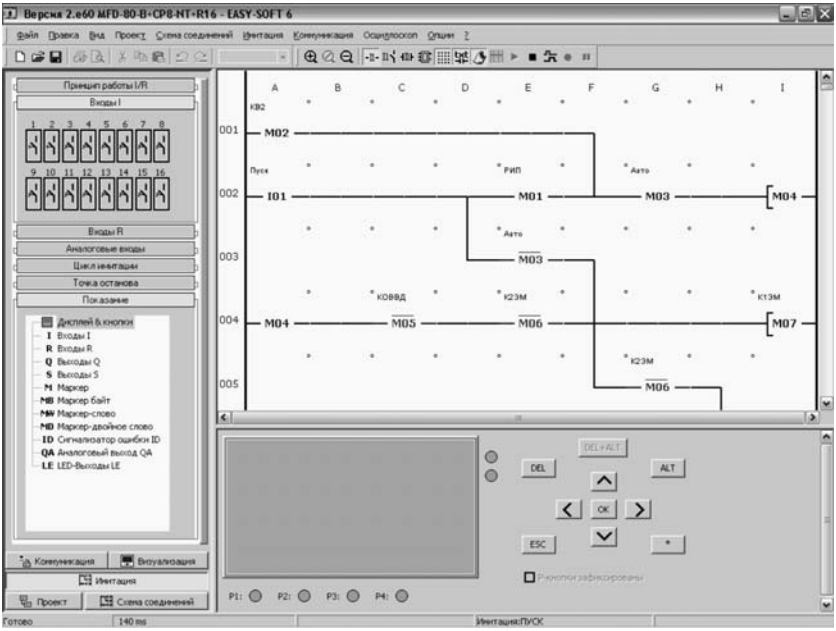
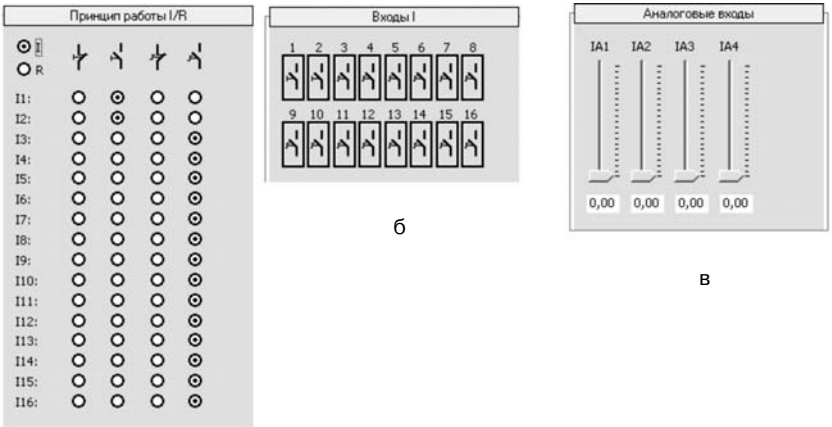


Рис. 8.24. Интерфейс Easy Soft Pro в режиме «Имитация»



а б в

Рис. 8.25. Вкладки панели инструментов в режиме «Имитация»

Входы I. Здесь находятся 16 виртуальных кнопок управления, с помощью которых имитируются входные сигналы EASY/MFD (рис. 8.25,б). Замыкание или размыкание контакта выполняется щелчком левой кнопкой мыши по его изображению.

Входы R. Здесь находятся виртуальные элементы управления (16 кнопок) входными сигналами устройства расширения EASY/MFD.

Аналоговые входы. Здесь находятся виртуальные потенциометры: IA1, IA2, IA3, IA4 (рис. 8.25, в). Перемещением левой кнопкой мыши движков потенциометров вверх и вниз можно имитировать изменение аналоговых сигналов постоянного напряжения в диапазоне 0 – 10 В на аналоговых входах I7, I8, I10, I11 реле. Для точного предварительного задания входных напряжений имеются поля для ввода числовых значений.

Цикл имитации. Диалоговое окно служит для изменения времени цикла (рис. 8.26, а). Здесь можно изменять продолжительность работы схемы соединений во время имитации таким образом, чтобы было удобнее наблюдать за процессами переключения. Изменение времени цикла не оказывает никакого влияния на последовательность работы схемы соединений.

Точка останова. Активирует поле параметров для создания точки прерывания в окне панель свойств. Точка прерывания является средством помощи для эффективного анализа схемы соединений. Точка прерывания поможет прервать обработку в нужный момент, рассмотреть состояния выбранных контактов и катушек, продолжить обработку.

Показание. Щелчком по одной из строк меню (рис. 8.26, б) можно в режиме имитации работы схемы выводить на индикацию состояние следующих элементов: дисплея MFD, входов I, входов R, выходов Q, выходов S, маркеров M, маркер-байтов MB, маркеров слов MW, маркеров двойных слов MD, сигнализаторов ошибки ID, аналогового выхода QA.

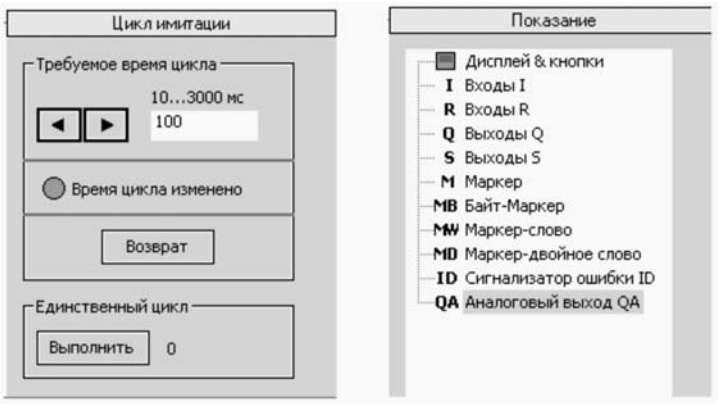


Рис. 8.26. Вкладки панели инструментов в режиме «Имитация»

Запуск работы схемы в режиме «Имитация» осуществляется кнопкой ▶ на панели инструментов вверху окна, а остановка – кнопкой ■ . Задавая с помощью кнопок (рис. 8.25,б) состояние входных сигналов программируемого реле, контролируем в панели свойств состояние маркеров-слов (рис. 8.27), дискретных выходов (рис. 8.28), аналогового выхода (рис. 8.29).

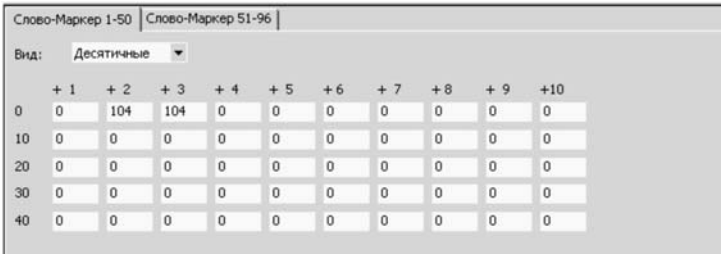


Рис. 8.27. Контроль состояния маркеров - слов в режиме «Имитация»

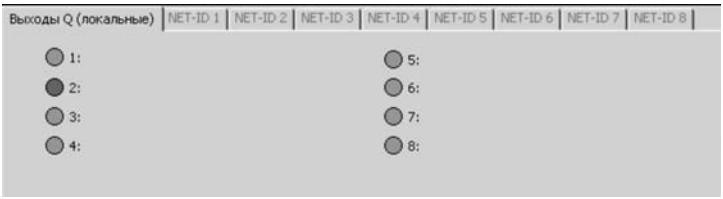


Рис. 8.28. Контроль состояния дискретных выходов

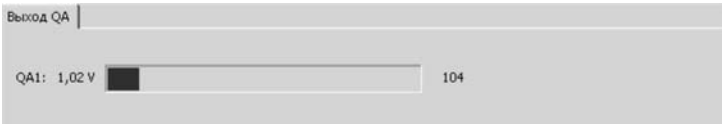


Рис. 8.29. Контроль состояния аналогового выхода

Если проверка работы показала, что правильное функционирование разработанного управляющего устройства не обеспечивается, то необходимо провести более детальный анализ работы схемы, контролируя по подсвечиванию в окне схемы соединений последовательность срабатывания элементов и вводя необходимые точки останова. При обнаружении ошибки в схеме соединений необходимо вернуться в режим работы «Схема соединений», внести исправления, после этого повторить имитацию.

Использование точки останова дает возможность прервать выполнение программы в режиме «Имитация» в нужный момент, рассмотреть состояния выб-

ранных контактов и катушек, проверить правильность их срабатывания и формирования необходимых сигналов, а затем продолжить выполнение программы. Введение точек останова осуществляется следующим образом.

При нажатии кнопки «Точка останова» в панели инструментов режима «Имитация» в открывшемся окне будет написано «Точка останова отсутствует». Для введения в программу точки останова надо нажать кнопку «Настроить точку». При этом в поле свойств можно настроить следующие режимы прерывания: безусловно; условно контакт/катушка; условно соединение. Выбор осуществляется установкой щелчком мыши точки слева от названия вида прерывания в панели свойств.

Безусловная контрольная точка всегда ведёт к прерыванию цикла обработки схемы соединений в заданном месте, даже если там нет активизированной строки схемы соединений. В панели свойств в соответствующих окнах необходимо задать номер токопроводящей дорожки (строки схемы) и буквенное обозначение колонки.

Точка останова «Условно: контакт/катушка» прерывает выполнение программы в зависимости от состояния контактов и катушек элементов схемы соединений. Эта точка настраивается в панели свойств следующим образом. В поле «Схема» задать номер строки схемы, в поле «Колонка» - буквенное обозначение колонки схемы, в поле «Остановить если» - состояние катушки или контакта: 1(включено) или 0 (отключено).

Точка останова «Условно: соединение» прерывает выполнение программы в зависимости от состояния линии соединения в схеме. Она настраивается выбором токопроводящей дорожки (строки схемы), буквенного обозначение колонки и условия прерывания «Остановить если» - состояние катушки 1(включено) или 0 (отключено).

После заполнения полей настройки точек останова в поле свойств будет активизирована кнопка «Настроить точку». После нажатия этой кнопки информация о параметрах заданной точки останова отобразится в панели инструментов (рис. 8.30), а в панели свойств активизируются кнопки «Удалить точку», «Деактивировать точку» (рис. 8.31). Первая позволяет удалить заданную точку и все ее параметры совсем, а вторая позволяет заблокировать прерывание в этой точке без удаления ее введённых параметров.

После запуска цикла имитации при достижении заданного условия произойдет остановка выполнения программы, а в панели инструментов во вкладке «Точка останова» круг слева от надписи «Точка достигнута» (рис. 8.30) будет подсвечен красным цветом. После этого можно задать необходимое сочетание входных сигналов и продолжить имитацию, нажав кнопку «Далее» в панели инструментов.

По окончании цикла имитации информация о точке останова не сохраняется. Поэтому необходимо вновь нажать кнопку «Настроить точку» в панели инструментов, а затем в панели свойств нажать одну их активизированных кнопок: «Удалить точку» (чтобы затем настроить новую) или «Активировать точку» (чтобы повторить цикл имитации при уже установленной точке останова).

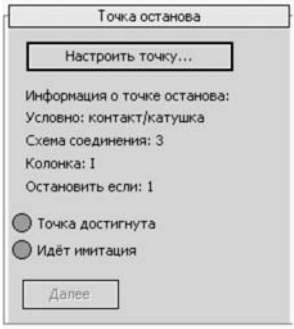


Рис. 8.30. Панель инструментов « Точка останова»

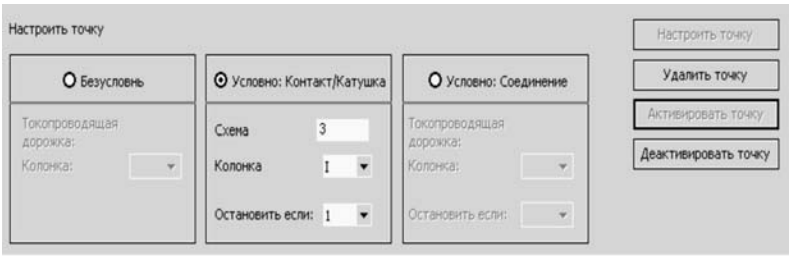


Рис. 8.31. Панель свойств « Точка останова»

8.1.5 Установка связи с устройством (Коммуникация)

После испытания схемы соединений её нужно загрузить в устройство. Для этого необходимо подключить устройство с помощью кабеля EASY-PC-CAB к ПК. Выбрать на ПК интерфейс (COM1…COM9) через меню **Коммуникация**, **Интерфейс** и нажатием кнопки «Коммуникация» на панели инструментов перейти к режиму установки связи с устройством.

Интерфейс EASY-SOFT и в этом режиме состоит из трех частей. Он очень похож на режим «Имитация» и содержит панель инструментов 1, поле свойств 2, а также схему соединений 3 (рис. 8.32).

При переходе к режиму «Коммуникация» EASY-SOFT пытается установить прямое соединение с устройством. Если попытка оказывается удачной, выполняется переход к режиму без сообщений об ошибках. Если же установить соединение не удается, выдается соответствующее сообщение об ошибке и также выполняется переход к режиму «Коммуникация». Однако теперь необходимо ещё раз проверить соединение между устройством и ПК и, при необходимости,

выбрать другой COM-интерфейс. Через меню **Коммуникация**, **Онлайн** следует ещё раз попытаться установить связь с устройством. Выбрать на ПК интерфейс и режим **Онлайн** можно также используя кнопку **Соединение** в панели инструментов

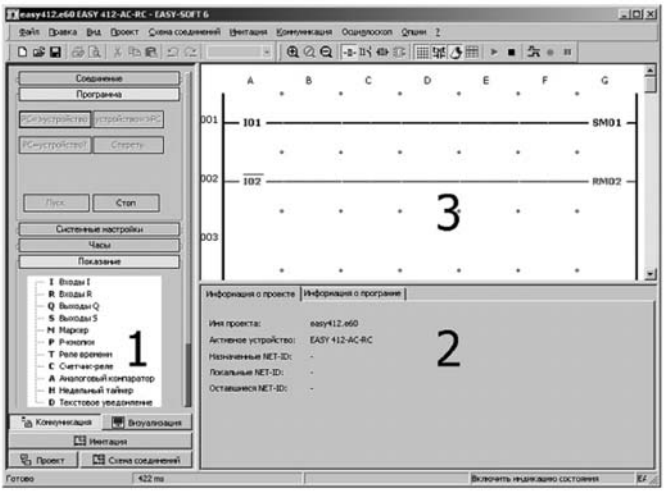


Рис. 8.32. Интерфейс Easy Soft Pro в режиме «Коммуникация»

Не нужно волноваться, если окно схемы соединений оказалась пустым. В этой области позднее будет отображено текущее состояние схемы соединений, обрабатываемой на устройстве. Для переноса схемы соединений в программируемое реле нужно сделать следующее.

- Нажать на кнопку **Программа** на панели инструментов. Откроется диалоговое окно загрузки и передачи схемы соединений.
- Нажать на кнопку **PC>Устройство**. Перенос схемы соединений выполняется, когда устройство находится в режиме «Стоп». Если этого не происходит, на экране появляется диалоговое окно, для того чтобы остановить устройство и продолжить процесс загрузки. В окне **Панель свойств** находится индикатор процесса, отражающий текущее состояние передачи данных.
- Запустить устройство нажатием кнопки **ПУСК** в откраваемом из панели инструментов диалоговом окне **Программа**. Можно воспользоваться альтернативным вариантом через меню **Коммуникация**, **Устройство**, **Запустить**.
- Текущее состояние элементов схемы соединений работающего реле можно отобразить в окне схемы соединений (3 на рис. 8.32), выбрав в основном меню **Коммуникация**, **Индикатор состояния вкл**. При этом, также как в режиме имитации, активируемые катушки и контакты подсвечиваются красным цветом. Для отображения в панели свойств (2 на рис. 8.32) состояния входов и выходов работающего реле необходимо выбрать желаемые элементы, используя кнопку **Показание** панели инструментов (1 на рис. 8.32).

8.1.6 Документация проекта

Чтобы подготовить документацию всего проекта (устройства + схема соединения), нужно перейти к режиму **Проект** или режиму **Схема соединений**. Например, к режиму **Проект** можно перейти через контекстное меню, кнопку **Проект** в панели инструментов либо через меню **Проект**, **режим «Проект»**.

Через пункт меню **Файл**, **Оформить бланк...** можно открыть диалоговое окно редактирования, позволяющее оформить появляющееся изображение штампа.

Здесь существует возможность добавить в компоновку формуляра данные о номере чертежа, дате создания и т.п. Если вы желаете поместить в штамп фирменный логотип или другое изображение, его можно вставить в виде графического файла *.bmp. Графика в формате *.bmp для оптимального отображения должна иметь размер 220 x 70 пикселей.

Нажатие кнопки **OK** завершает ввод и закрывает диалоговое окно. Через меню **Файл**, **Печать...** можно сначала задать посылаемый на печать объём информации, а затем нажатием кнопки **OK** начать процесс вывода на печать документов.

8.2. Сетевой проект

При использовании устройств EASY800 или MFD можно соединять друг с другом несколько устройств. Это соединение реализуется через собственную сеть, так называемую NET. Через эту сеть можно соединить до восьми устройств. Общая длина сети может составлять до 1000 метров. Сеть NET состоит, по крайней мере, из двух базовых устройств, из которых первое является главным, а второе - подчиненным. Максимальная конфигурация может состоять из одного главного устройства и семи подчиненных.

Рассмотрим создание сетевого проекта, имеющего одно главное устройство EASY800 и два подчиненных (рис. 8.33).

Первое подчиненное устройство выполняет функции управления, для чего в нем имеется соответствующая схема соединений (интеллектуальное подчиненное устройство). Второе подчиненное устройство используется как периферийный модуль ввода/вывода, т.е. без собственной схемы соединений.

Рис. 8.33. Сетевое соединение программируемых реле

Для создания сетевого проекта необходимо выполнить следующие действия.

- Открыть новый проект через меню **Файл**, **Новый**.
- В панели инструментов дважды щелкнуть по обозначению устройства EASY 800 и перетащить на рабочий стол, например, устройство с обозначением EASY 822-DC-TC. После ответа на запрос номера версии устройства (до V.03 либо начиная с V.04) устройство отображается на рабочем столе. Оно будет показано без обозначения сети (NET).
- Перетащить на рабочий стол второе устройство EASY 822-DC-TC. Прежде чем устройство будет принято необходимо выбрать номер версии устройства и ввести NET-ID (номер участника). Программа EASY-SOFT предлагает возможный NET-ID = 2, который надо подтвердить щелчком по кнопке **OK**. Теперь EASY-SOFT создает сеть. Первое устройство автоматически получает номер участника NET-ID 1 и становится «главным устройством». Второе устройство, получившее номер участника NET-ID 2, автоматически становится подчиненным (рис. 8.34).

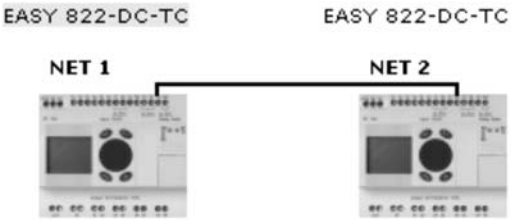
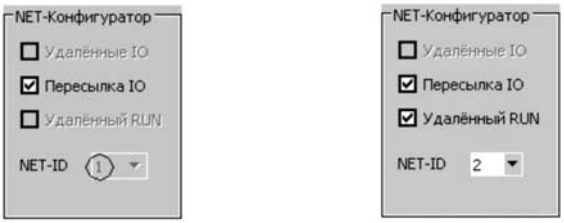


Рис. 8.34. Сетевое соединение программируемых реле

Во вкладке **Параметры коммуникации** панели свойств в групповом поле **NET-Конфигуратор** главного устройства можно увидеть, что значение NET-ID установлено на 1 (рис. 8.35, а). Эту настройку нельзя изменить, так как существование одного главного устройства в сети является обязательным. В поле **Пересылка IO** можно установить, будут ли участники сети получать извещение о каждом изменении входов и выходов других участников.

У подчиненного устройства групповое поле **NET-Конфигуратор** выглядит иначе (рис. 8.35, б). Здесь можно выбрать и отменить выбор функций: **Пересылка I0, Удаленный ПУСК (RUN)**. Выбор **Удаленные-IO** остается всегда неактивным и автоматически определяется самой программой EASY-SOFT. После того, как на рабочий стол помещено второе устройство, поверх устройств отображаются две дополнительные опции настройки: скорость передачи в бодах и время паузы NET.



а б

Рис. 8.35. Конфигуратор сети NET

● Перетащить из панели инструментов на рабочий стол еще одно EASY822-DC-TC. При отпускании кнопки мыши снова появляется запрос номера версии устройства и диалоговое окно NET-ID (рис. 8.36).

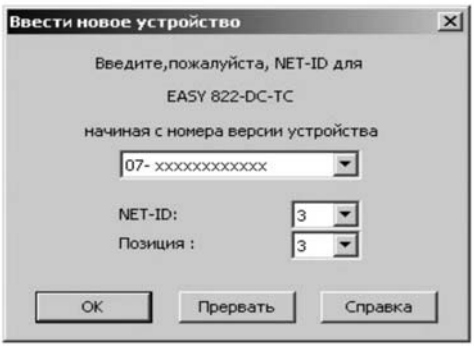


Рис. 8.36. Вод номера участника сети

Как и при добавлении второго устройства, на экране отображается номер участника NET-ID. При этом появляется возможность определить пространственное положение устройства. Поскольку на рабочем столе уже имеются два устройства, можно, например, поместить третье устройство между первым и вторым в позицию 2. В нашем случае принимаем предустановленные значения нажатием кнопки **OK**.

Таблица 8.2 Настройки конфигуратора сети

Настройки	Описание	Главное устройство NET-1D=1	Подчиненное устройство NET-1D=2...8
Удаленные-IO	**Remote-IO** означает удаленные, периферийные входы и выходы (устройство ввода-вывода). Если **Remote-IO** установлен, то речь идет о подчиненном устройстве, не имеющем схемы соединений. Устройство используется в качестве периферийного расширения ввода-вывода. Речь здесь идет о «не интеллектуальном» подчиненном устройстве. Если для подчиненного устройства создается программа (в режиме Схема соединений), **Remote-IO** сразу отключается и подчиненное устройство становится «интеллектуальным». Если подчиненное устройство используется в качестве простого модуля ввода-вывода, следует обратить внимание на то, что устройство не имеет схемы соединений. В этом случае выходы подчиненного устройства Remote-IO задаются только главным устройством. Считывание входов и выходов периферийного расширения может происходить в сети с каждого «интеллектуального» устройства.	Настройка невозможна, всегда неактивен	Автоматически определяется EASY-SOFT в зависимости от того, создана ли программа для данного участника сети.

Отправить IO	Если входы и выходы устройства сделаны доступными для других участников сети, функция **Пересылка IO** должна быть активирована. В этом случае при каждом цикле состояния входов и выходов доступны сети и тем самым другим участникам NET. Для устройств ввода-вывода функция **Пересылка IO** должна быть всегда включена, чтобы участник 1 всегда получал текущие данные входов и выходов. Если опция **Пересылка IO** активирована, объём передаваемой по сети информации значительно возрастает.	настройка возможна	настройка возможна
Удаленный - ПУСК	Активировать **Удаленный-Пуск** нужно, если участники со 2 по 8 во время работы должны автоматически следовать смене режимов работы ПУСК / СТОП главного устройства. **Внимание:** Если несколько наладчиков вводят в эксплуатацию машину или установку, состоящую из нескольких отдельных агрегатов, соединенных между собой по сети NET, следует обратить внимание на то, чтобы функция **Удаленный ПУСК** не была активирована. Иначе это может привести к незапланированным запускам машины или установки при вводе в эксплуатацию.	Настройка невозможна, всегда неактивен	настройка возможна
NET-ID	1 = главное устройство 2...8 = подчиненное устройство NET-ID, называемый также номер участника, вы можете присваивать независимо от пространственного положения устройства в сети.	Настройка невозможна, всегда = 1	Настройка между 2...8

Рассмотрим на конкретном примере подготовку программы работы трех реле в сети. Программа должна решать следующую задачу.

- При десятикратном нажатии курсорной кнопки P1 устройства 2 выход Q1 устройства 3 должен принять логическое значение «1».
- Нажатием кнопки P2 устройства 2 выход Q1 устройства 3 должен снова сбрасываться на «0».
- После этого процесс счета должен начинаться сначала.

Напомним, что устройство 3 используется только для ввода-вывода, т.е. не имеет собственной схемы соединений.

Вначале составим программу для устройства 2 (NET-ID 2), выполняющую получение сигналов от обеих курсорных кнопок P1 и P2. В режиме «Проект» двойным щелчком по устройству 2 (NET-ID 2) перейдем в режим «Схема соединений». Так как устройство 2, будучи подчиненным, не может управлять устройствами ввода-вывода, необходимо передавать сигналы главному устройству. Это выполняется с помощью элементов **Битовый выход SN по шине**. Применим этот операнд, чтобы сообщить участникам NET, что были нажаты кнопки P1 или P2 (рис. 8.37).

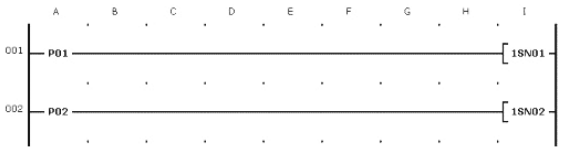


Рис. 8.37. Схема соединений для второго устройства

Панели свойств обоих битовых выходов нужно настроить следующим образом (рис. 8.38). В панели списка SN ввести номер операнда 1 для SN1 и 2 для SN2. Панель «Станция» у обоих операндов следует установить на 1, так как сигналы должны направляться участнику NET 1 (главному устройству).

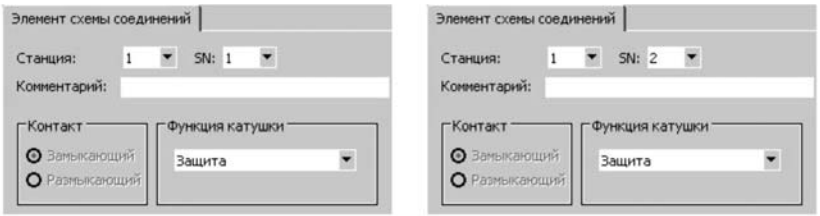


Рис. 8.38. Настойка битовых выходов

Чтобы сигнал о нажатии курсорных кнопок мог быть получен, их прежде необходимо активировать. Для этого надо вернуться в режим «Проект» и щелкнуть левой кнопкой мыши по устройству 2. В панели свойств появляется диалоговое окно параметрирования (рис. 8.39). Здесь надо выбрать закладку **Системные настройки** и отметить флажком **P-кнопки**.

Рис. 8.39. Активация P - кнопок

Счет нажатий кнопок P1 и сброс счетчика в ноль кнопкой P2 будет выполнять главное устройство. В режиме «Проект» двойным щелчком мыши по устройству 1 (NET-ID 1) перейдем к вводу схемы соединений главного устройства (рис. 8.40).

Рис. 8.40. Схема соединений для главного (первого) устройства

Получение данных с устройства 2 осуществляется с помощью операнда RN (битовый вход через шину). Операнд 2RN1 получает посланное значение от 1SN1 (NET-ID 2) и передает его дальше на счетный функциональный блок C01. Аналогичным образом получаем второе посланное значение с устройства 2 (NET-ID 2). Операнд 2RN2 используется для сброса в ноль счетного функционального блока C01. Если счетный функциональный блок C01 достиг значения 10, то замыкается контакт C01OF и выходу 1 устройства 3 (NET-ID 3) присваивается значение 1 (срабатывает 3Q01).

Таким образом, 2RN01отражает состояние кнопки P1 устройства 2, а 2RN02 - состояние кнопки P2. Настройку операндов 2RN01, 2RN02 иллюстрирует рис. 8.41

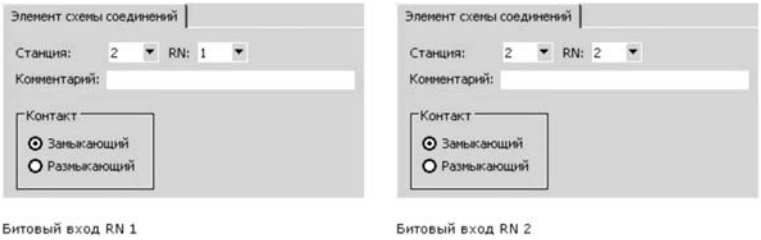


Рис. 8.41. Настройка битовых входов через шину

В табл. 8.1 показано согласование битовых выходов SN и входов RN.

Таблица 8.1 - Согласование SN и RN

Послать бит через 1SN1 с NET-ID 2		получить в NET-ID 1 бит, посланный через 2RN1	
1:	Бит предназначен для участника 1 (NET-ID 1)	2:	Бит поступает от участника 2 (NET-ID 2)
SN:	Выполняется отправка бита	RN:	Выполняется получение бита
1:	Номер операнда (в диапазоне от 1 до 32)	1:	Номер операнда (в диапазоне от 1 до 32) Должен быть идентичен номеру операнда SN.

Счетный функциональный модуль C01 настраивается в соответствии с рис. 8.42

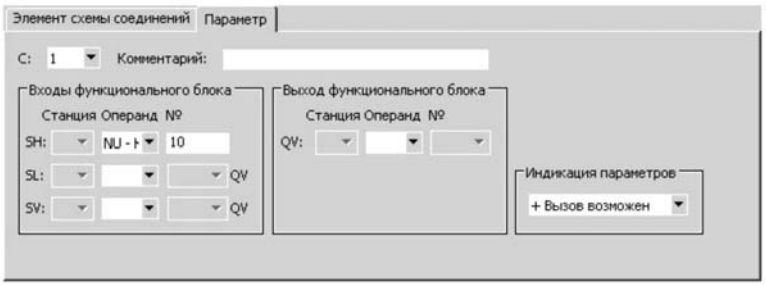


Рис. 8.42. Настройка счетчика

При настройке функции катушки счетчика C01 в первой строке схемы соединений (рис. 8.40) необходимо выбрать опцию «Счетная катушка» C (см. рис. 8.7), а во второй строке - RE (сброс).

Чтобы обращаться не к локальному выходу Q1 главного устройства, а к выходу устройства ввода/вывода (NET-ID 3), на выход Q1 следует передать NET-ID 3 (рис. 8.43).

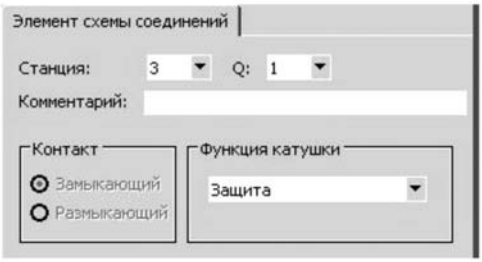


Рис. 8.43. Свойства выхода 3Q1

Если в данном сетевом проекте вам нужно быстро переключить режим «Схема соединений» с одного устройства на другое, то это можно сделать через панель списка в стандартной панели инструментов. Смена устройств производится путем выбора NET-ID в панели списка.

8.3 Конфигурация и связь сети NET

Для загрузки созданных программ в сеть программируемых реле следует прежде подготовить оборудование, соединив устройства (1 на рис. 8.44) друг с другом через сетевой кабель (2 на рис. 8.44), например, EASY-NT-80. Далее необходимо оборудовать первое и последнее устройство концевым сопротивлением шины EASY-NT-R (3 на рис. 8.44).

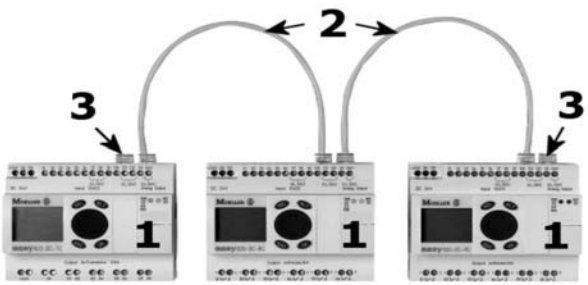


Рис. 8.44. Создание сети программируемых реле

Для записи разработанной программы в реле персональный компьютер (ПК) необходимо соединить с главным устройством (на рис. 8.44 слева). Для этого используется соединительный кабель EASY800 PC-CAB.

Прежде чем перейти в режим «Связь», необходимо проверить, настроен ли на ПК нужный COM-интерфейс. Через меню **Коммуникация**, **Интерфейс** можно определить, какой интерфейс выбран, и при необходимости выбрать другой.

Далее через одноименную вкладку переходим к режиму «Связь». Если переход продолжается необычно долго и при этом выдается сообщение об ошибке, то необходимо проверить или изменить выбранный интерфейс, а затем через меню **Коммуникация**, **Онлайн** можно ещё раз попытаться установить связь.

После успешного перехода к режиму «Связь» следует провести конфигурирование сети. Программа EASY-SOFT выполняет конфигурирование через меню **Коммуникация**. Каждый участник сети NET получает свой NET-ID (в данном случае 1 - 3). После успешного конфигурирования можно увидеть NET-ID на дисплее устройства как NT1-NT3. Далее светодиод «NET» начинает мигать, визуально сообщая, что сеть работает без сбоев.

Чтобы избежать необходимости загрузки программы в каждое устройство по отдельности, перейдем с локальной связи на сетевую (через главное устройство). Через меню **Коммуникация**, **Устройство**, **Сетевое** определим, с каким устройством следует соединить ПК. В нашем случае это **Устройство 1**.

Через меню **Коммуникация, Программа, Компьютер-устройство** запускаем загрузку отдельных схем соединений. В окне выбора (рис. 8.45) выбираем **Все**, чтобы не забыть ни одной программы. При нажатии кнопки **ОК** запускается передача программы на устройства.

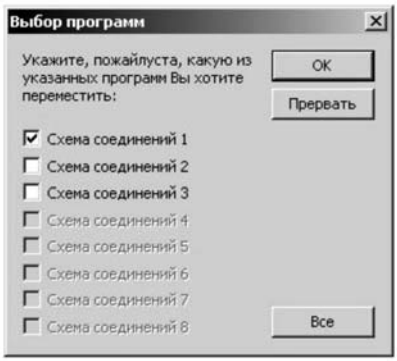


Рис. 8.45. Загрузка программ из ПК в сеть EASY

Чтобы запустить программу, откройте в панели инструментов диалоговое окно **Программа** и нажмите кнопку **ПУСК**. Так как на всех устройствах есть установка **Удаленный ПУСК**, эта команда принимается всеми тремя устройствами, т.е. все устройства в сети переводятся из состояния СТОП в состояние ПУСК.

Можно включить отображение состояний устройства в EASY-SOFT через **Коммуникация**, **Индикатор состояния вкл**. Так как в меню **Коммуникация**, **Устройство, Сетевое,** выбрано **Устройство 1**, на главном устройстве можно увидеть онлайн-индикатор «Распределение мощности». При нажатии курсорной кнопки P1 второго устройства можно удостовериться, что информация ус-

пешно передается главному устройству и увеличивает на нем показания счетного функционального блока (рис. 8.46, 8.47). Переход от схемы соединений к схеме функциональных блоков осуществляется через меню **Вид**, **Функциональные блоки**.

Рис. 8.46. Индикатор состояния схемы соединений главной программы на устройстве 1 (при нажатии курсорной кнопки P1 с устройства 2)

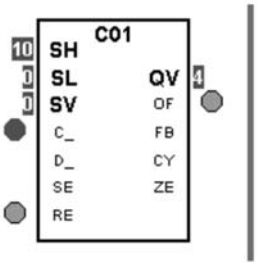


Рис. 8.47. Индикатор состояния модуля главной программы на устройстве 1 (при нажатии курсорной кнопки P1 с устройства 2)

Отобразить состояния второго устройства в EASY-SOFT, не прерывая соединение между ПК и устройством можно выбрав **Устройство 2** через меню **Коммуникация**, **Устройство**, **Сетевое.** Теперь EASY-SOFT получает данные для отображения на индикаторе не с главного устройства, а с устройства № 2 (NET-ID 2) (рис.8.48).

Рис. 8.48. Индикатор состояния схемы соединений подчиненной программы в устройстве 2 (при нажатии курсорной кнопки P1)

После десятикратного нажатия кнопки P1 на устройстве 2 выход Q1 третьего устройства (NET-ID 3) устанавливается на логическую «1».

9. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторные работы посвящены решению несложных практических задач по автоматическому управлению электрооборудованием бытового и промышленного назначения с помощью программируемых реле EASY. Выполнение работ позволяет обучаемым приобрести практические навыки в разработке управляющих программ для реле EASY, их отладке и вводе в реле вручную или с помощью компьютера.

Последовательность выполнения лабораторных работ следующая. Перед выполнением каждой работы необходимо ознакомиться с сутью задачи управления, которую необходимо решить с помощью программируемого реле. Далее необходимо уяснить, какими электрическими аппаратами подаются команды на начало работы и переключения при смене этапов цикла управления, а какими аппаратами эти команды реализуются. Составить электрическую схему подключения контактов и катушек электрических аппаратов ко входам и выходам реле EASY. Разработать управляющую программу (схему соединений элементов) для реле EASY. Вести программу в реле вручную или создать схему соединений на экране монитора компьютера, используя программное обеспечение EASY-SOFT. При первом варианте ввода после запуска программы на выполнение контролировать правильность работы схемы по последовательности включения дискретных выходов, состояние которых отображается на дисплее реле, а также по показаниям вольтметра, подключенного к аналоговому выходу реле. При втором варианте ввода программы перед ее переносом в память реле выполнить имитацию схемы на компьютере и проконтролировать правильность смены состояний дискретных и аналоговых выходов на экране монитора компьютера. Затем соединить с помощью кабеля компьютер с реле и перенести в последнее программу, используя режим работы EASY-SOFT «Коммуникация». Запустить программу на выполнение и контролировать состояние выходов как указано выше для первого варианта ввода программы.

9.1. Лабораторная работа №1 «Основы программирования в среде EASY-SOFT»

Задача управления. Необходимо сосчитать число нажатий кнопки, подключенной ко входу I1 программируемого реле, и отобразить количество нажатий кнопки в двоичном коде на выходах Q1-Q4.

Для подсчета нажатий кнопки будем использовать счетчик. Составим таблицу, связывающую состояние счетчика и выходов Q1-Q4 (табл. 9.1).

Нажатие кнопки 15 раз установит на выходе счетчика десятичное число 15, а на выходах Q1-Q4 будет сформирован двоичный код 1111. При шестнадцатом нажатии кнопки счетчик и выходы будут сброшены в ноль.

Таблица 9.1. Соответствие состояния счетчика и выходов реле

Состояние счетчика	Q4	Q3	Q2	Q1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Последовательность выполнения работы. Откройте программу EASY-SOFT. Нажатием кнопки **Проект** на панели инструментов перейдите в режим **Проект**. Выберите из списка в панели инструментов реле типа EASY820-DC-RC и перетащите его в схему соединений. Перейдите в режим **Схема соединений** и ознакомьтесь с набором операндов в панели инструментов. Для решения задачи требуется входной сигнал кнопки. Этот сигнал передается на счетчик, который подсчитывает количество нажатий кнопки. Перетащите мышью операнды входного элемента I и счетчика C один за другим из панели инструментов на схему соединений и разместите их в соответствии с первой строкой схемы, приведенной на рис. 9.1.

В окне **Панель свойств** во вкладке **Элемент схемы соединений** для каждого элемента схемы предлагается операнд №1. Нужно принять предложенный номер.

Так как счетчик должен считать число положительных фронтов, то во вкладке **Элемент схемы соединений** в поле **Функции катушки** нужно выбрать опцию **Счетная катушка С**, а в панели списка **- Положительный фронт**. Далее в окне свойств открыть вкладку **Параметр.** В поле **Входы функционального блока** определить для функционального блока **C01** заданные значения. В групповом поле **SH**, устанавливающем верхнее заданное значение, выб-

рать в левой части списка **NU** (Number = постоянное значение), после чего ввести в правое поле, предназначенное для редактирования, значение 16.

Показания счетчика сохранить в маркер-байте 1 (включает маркер-биты 1-8). Для этого в поле **Выход функционального блока** следует задать выходное значение **QV:** MB 1 (рис. 9.2).

Выберите в панели списка **Индикация параметров** настройку **Вызов возможен.** Таким образом, во время работы можно вызвать в устройство и изменить набор параметров функционального блока. (Для этого необходимо, чтобы программа была предварительно перенесена в программируемое реле).

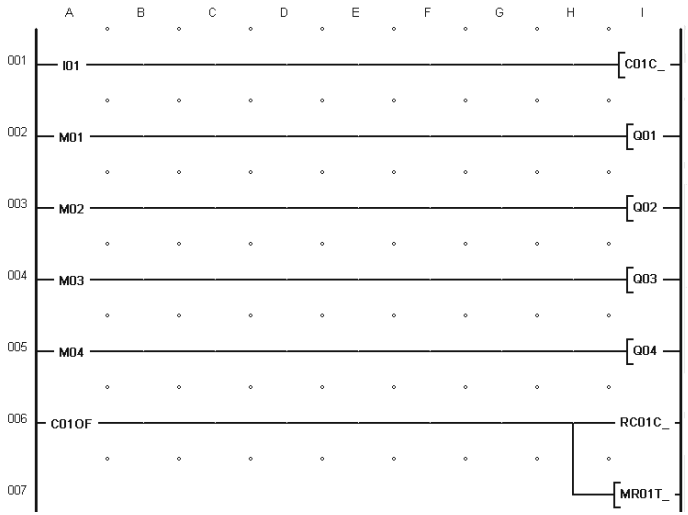


Рис. 9.1. Схема соединений №1

Рис. 9.2. Настройка параметров счетчика

Счетный модуль отображается не только в схеме соединений, но и в схеме функциональных блоков. Вызовите ее экран, выбрав в меню **Вид**, **Функциональные блоки** или нажатием кнопки переключения вида схем под строкой меню. В схеме функциональных блоков счетчик отображается, как показано на рис. 9.3.

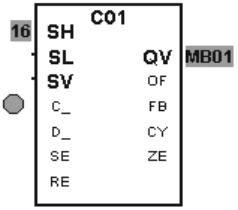


Рис. 9.3. Представление счетчика в схеме функциональных блоков

Из схемы видно, что в программе использован счетчик C01, верхнее заданное значение подсчитанных нажатий кнопки установлено на 16, это отмечено у входа SH зеленым прямоугольником с числом 16. Текущее числовое значение выхода счетчика временно сохранено в маркер-байте MB01, это отмечено у выхода QV зеленым прямоугольником с обозначением маркер-байта. Через кнопку на входе I1 осуществляется обращение к счетной катушке, это отмечено у входа C_ зеленым кругом.

Поскольку текущее значение кода счетчика сохраняется в маркер-байте 1, для управления выходами Q1-Q4 можно использовать маркер-биты M1 - M4. Это отражают строки программы 2-5 (рис. 9.1), перетащите соответствующие элементы из панели инструментов окно схемы соединений.

Для сброса счетного функционального блока, когда текущее значение достигает 16, и сброса на ноль выходов Q1-Q4 используем контакт функционального блока **OF** счетчика, который переходит во включенное состояние, если текущее числовое значение выхода счетчика становится больше или равным верхнему заданному значению. Контакт **C01OF** включает вход сброса счетчика и активирует функциональный блок **MR - Общий сброс**, который снова удаляет маркер-байт 1. Это реализуется последними двумя строками схемы соединений (рис. 9.2). Модуль **Общий сброс MR1** настройте таким образом, чтобы он удалял маркер-слова двойной длины 1-48. Тем самым и используемый маркер-байт 1 сбрасывается, а выходы Q1-Q4 переводятся в состояние «0» (рис. 9.4).

Составив схему соединений, перейдите к режиму **Имитация.** В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установите контакт I1 как замыкающий без фиксации. Щелчком по кнопке **Показание** выберите в открывшемся меню вывод на индикацию выходов реле (Q). Откройте вкладку **Входы I** и включите режим **Имитация.** Щелкая по изображению контакта I1 во вкладке **Входы I** 15 раз, наблюдайте в панели свойств изменение состояний выходов Q1-Q4 и проверьте их соответствие табл. 9.1.

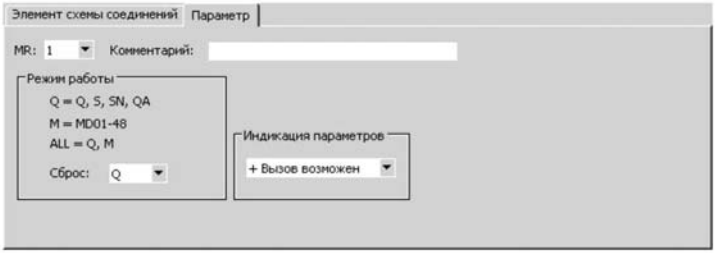


Рис. 9.4. Настройка параметров модуля сброса

9.2. Лабораторная работа №2 «Управление пуском асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при переключении схемы соединения обмотки статора со «звезды» на «треугольник»

Задача управления. Подключить обмотку статора трехфазного асинхронного двигателя в сеть при схеме соединения фазных обмоток в «звезду». После разгона двигателя в течение заданного времени переключить схему соединения обмотки на «треугольник».

Состав силовой части. Схема электрическая принципиальная включения фазных обмоток статора двигателя приведена на рис. 9.5.

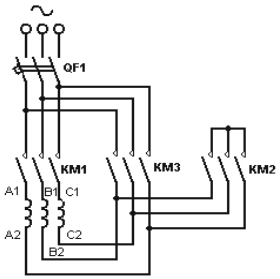


Рис. 9.5. Схема электрическая принципиальная включения фазных обмоток статора двигателя привода

Перед запуском двигателя вручную включают автоматический выключатель QF1. Пуск двигателя при соединении фазных обмоток по схеме «звезда» осуществляется одновременным включением пускателей KM1, KM2 и замыкании их контактов в цепях обмоток. Для переключения на схему соединения «треуголь-

ник» должен быть отключен пускатель KM2 и включен пускатель KM3. При этом переключении пускатель KM1 своего состояния не изменяет и его контакты остаются замкнутыми.

Схема подключения. На рис. 9.6. показано подключение ко входам реле EASY кнопок управления подключением обмоток статора двигателя к сети SB1 и отключения от сети SB2, а также подключение катушек пускателей KM1-KM3 к выходам реле.

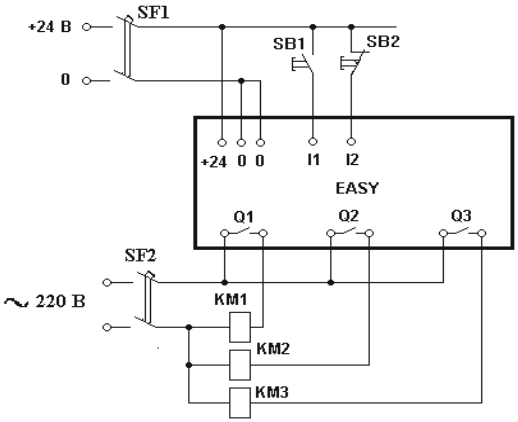


Рис. 9.6. Цепи управления реле EASY

Перечень операндов реле EASY:

Входы: I1 – пуск двигателя; I2 – отключение двигателя.

Выходы: Q1, Q2, Q3 – включение и отключение пускателей KM1, KM2, KM3.

Реле времени: T01 определяет выдержку времени от начала пуска до момента переключения со схемы «звезда» на схему «треугольник».

Схема соединений (программа, рис. 9.7). При нажатии кнопки SB1 на входе реле замыкается контакт I01 в схеме соединений, он устанавливает сигнал логической «1» на выходе Q1, что обеспечивает включение пускателя KM1. Замыкающим контактом Q01 запускается реле времени T01. Его размыкающий контакт $\overline{\text{T01Q1}}$ в начале процесса пуска замкнут и обеспечивает по выходу реле Q2 включение пускателя KM2 при схеме соединения обмоток статора двигателя в «треугольник». По истечении выдержки времени реле T01 его размыкающий контакт размыкается, а замыкающий T01Q1 замыкается (строка 4), обеспечивая включение пускателя KM3 и схемы соединения фазных обмоток двигателя в „треугольник".

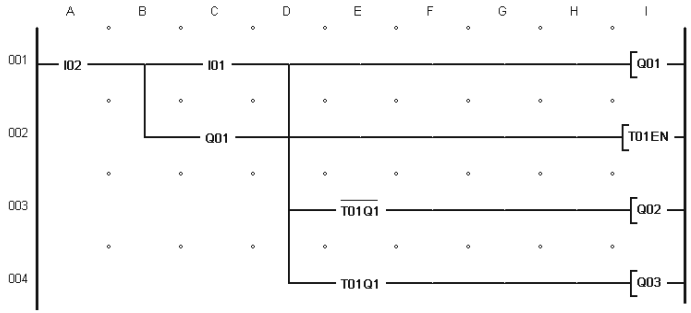


Рис. 9.7. Схема соединений №2

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.7. Установить выдержку времени реле T01 на замыкание контакта 3 с. перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакты I1 как замыкающий, а I2 как размыкающий без фиксации. Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию выходов реле (Q). Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.** Щелкнув по изображению контакта I1 во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств последовательность изменения состояний выходов Q1-Q3.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в программируемое реле. Перевести его в режим RUN, и, нажимая кнопки SB1, SB2, наблюдать на дисплее реле изменение состояния входов и выходов.

9.3. Лабораторная работа №3 «Управление освещением на лестничных клетках трехэтажного дома»

Задача управления. На трех лестничных клетках дома установлены осветительные лампы: EL1, EL2, EL3 и кнопки включения – выключения ламп: SB1, SB2, SB3 (номер лампы и кнопки соответствует номеру этажа). При кратком нажатии на любую из этих кнопок все осветительные лампы могут быть включены, а затем выключены. Например, включив лампы кнопкой SB1 на первом этаже, можно подняться на второй и выключить их кнопкой SB2. Если после включения ламп любой из кнопок не последовало их выключения, то лампы должны быть выключены автоматически через заданное время. Кроме того лампы в определенное вечернее время могут быть включены и выключены кнопкой с фиксацией SB4 без их автоматического отключения.

Схема подключения. Включение кнопок и ламп в цепи управления реле EASY приведено на рис. 9.8.

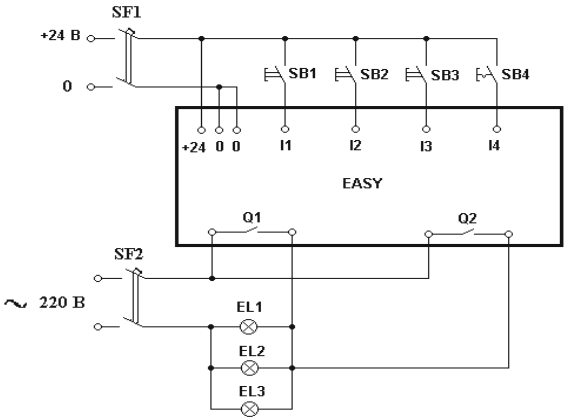


Рис. 9.8. Цепи управления реле EASY

Перечень операндов реле EASY:

Входы: I1, I2, I3 – контроль состояния кнопок SB1, SB2, SB3; I4 – контроль состояния кнопки с фиксацией SB4.

Выходы: Q1, Q2 – включение и отключение осветительных ламп.

Промежуточное реле M01 определяет включение или отключение ламп.

Реле времени: T01 – определяет выдержку времени автоматического отключения ламп; T02 – формирует единичный импульс для сброса промежуточного реле M01.

HW01 - недельный таймер, определяет возможные дни и часы включения ламп.

Схема соединений (программа, рис. 9.9). При нажатии любой из кнопок SB1, SB2, SB3 перепадом логического сигнала с «0» на «1» на любом из входов I1, I2, I3 переключается импульсное промежуточное реле M01. Последнее, воздействуя через свой замыкающий контакт на катушку Q01, включает или отключает соответствующий выходной контакт реле Q1, и напряжение питающей сети поступает на лампы или снимается с них. При срабатывании замыкающего контакта Q01 (строка 6 рис. 9.9) запускается реле времени T01, уставка которого определяет время, через которое лампы будут отключены автоматически, если они не были отключены вручную. Реле настраивается с выдержкой времени на замыкание контакта T01Q1. После его замыкания запускается реле времени T02, которое настроено на единичный импульс продолжительностью 0,5 с. В течение этого времени будет замкнут контакт T02Q1, что вызовет переключение промежуточного реле M01, отключение выходного контакта реле Q1 и выключение ламп.

Для включение ламп кнопкой SB4 со входа I4 в заданные вечерние часы в схеме использован недельный таймер HW01, в настройках параметров которого необходимо указать желаемые дни и часы включения.

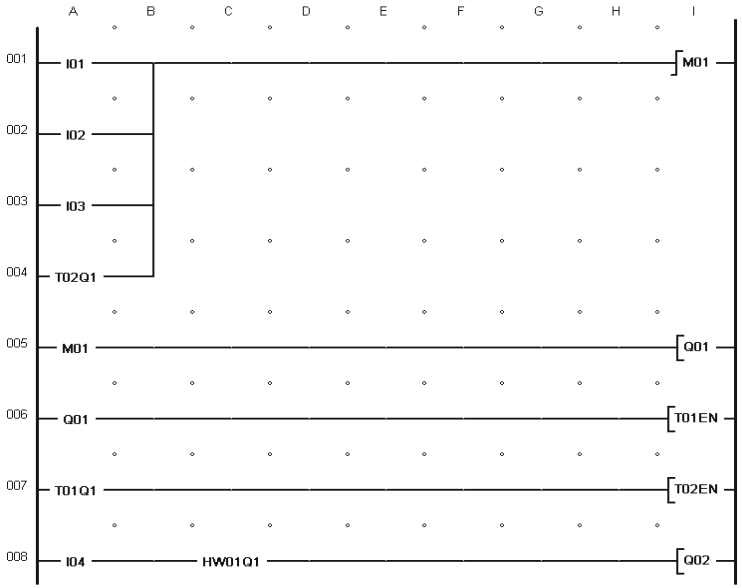


Рис. 9.9. Схема соединений №3

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.9. Установить выдержку времени реле T01 на замыкание контакта 30 с, а реле T02 – на единичный импульс продолжительностью 0,5 с. Перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакты I1, I2, I3 как замыкающие без фиксации, а контакт I4 – с фиксацией. Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию выходов реле (Q). Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.** Щелкая последовательно по изображениям контактов I1, I2, I3 во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств последовательность изменения состояний выхода Q1, которые соответствуют включению и отключению ламп. Не подавая команду на отключение, сделать паузу продолжительностью более 30 с. и наблюдать, как состояние выхода Q1 перейдет в логический «0» через 30 с. что соответствует автоматическому отключению ламп. Вернуться к режиму **Схема соединений** и настроить недельный таймер HW01 на желаемое время включения с учетом времени проведения лабораторной работы. Перейти снова в режим **Имитация** и наблюдать возможность включения ламп с использованием выхода Q2 при нажатии кнопки с изображением контакта I4.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в программируемое реле. Перевести его в режим RUN, и, нажимая кнопки SB1 – SB4, наблюдать на дисплее реле изменение состояния входов и выходов.

9.4. Лабораторная работа №4 «Управление пуском и торможением двигателей постоянного и переменного тока в функции времени»

Задача управления. Осуществить автоматическое управление пуском двигателя постоянного тока независимого возбуждения или асинхронного двигателем с фазным ротором с последовательным шунтированием двух ступеней добавочных сопротивлений в цепи ротора через заданные интервалы времени. Для остановки двигателя использовать в течение заданного времени режим динамического торможения с одной ступенью добавочного сопротивления.

Состав силовой части электропривода. Схема электрическая принципиальная включения двигателей постоянного тока независимого возбуждения и асинхронного двигателя с фазным ротором приведены соответственно на рис. 9.10, а, б. Перед запуском двигателя вручную включают автоматический выключатель QF1. Пуск любого из двигателей осуществляется включением контактора KM1. При этом начинается разгон двигателя с введенными в цепь обмотки ротора двумя ступенями добавочного резистора: R1, R2. Через заданное время контактом контактора KM2 шунтируется первая ступень добавочного резистора, а затем, также через заданное время, контактом контактора KM3 шунтируется вторая ступень R2. Для динамического торможения размыканием контакта KM1 обмотка якоря двигателя постоянного тока (рис. 9.10, а) отключается от сети постоянного тока, а обмотка статора асинхронного двигателя с фазным ротором отключается от сети переменного тока (рис. 9.10, б). Контактом KM4 обмотка якоря двигателя постоянного тока замыкается на добавочный резистор R3, а обмотка статора асинхронного двигателя с фазным ротором через добавочный резистор R3 подключается в сеть постоянного тока. Через заданный интервал времени контакт KM4 размыкается, и режим торможения заканчивается.

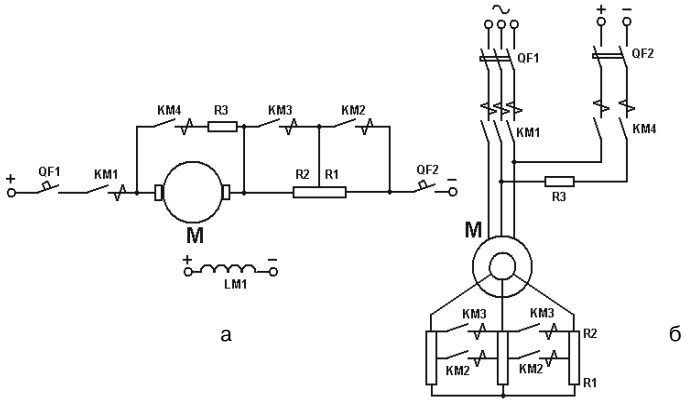


Рис. 9.10. Схема электрическая принципиальная включения двигателей постоянного тока независимого возбуждения (а) и асинхронного двигателя с фазным ротором (б).

Схема подключения. На рис. 9.11. показано подключение ко входам реле EASY кнопок управления пуском SB1 и торможением SB2, а также подключение катушек контакторов KM1-KM4 к выходам реле.

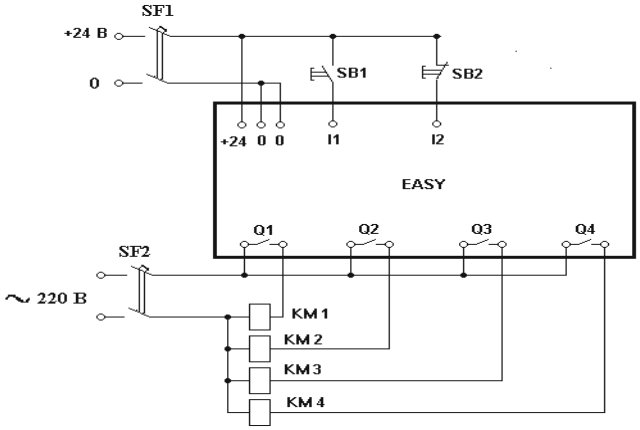


Рис. 9.11. Цепи управления реле EASY

Перечень операндов реле EASY:

Входы: I1 – контроль состояния кнопки пуска двигателя; I2 – контроль состояния кнопки торможения двигателя.

Выходы: Q1- Q4 – включение и отключение контакторов KM1 – KM4.

Реле времени: T01, T02 определяют выдержки времени при работе двигателя с введенными в цепь обмотки ротора ступенями добавочного резистора; T03 – формирует выдержку времени при торможении двигателя.

Схема соединений (программа, рис. 9.12).

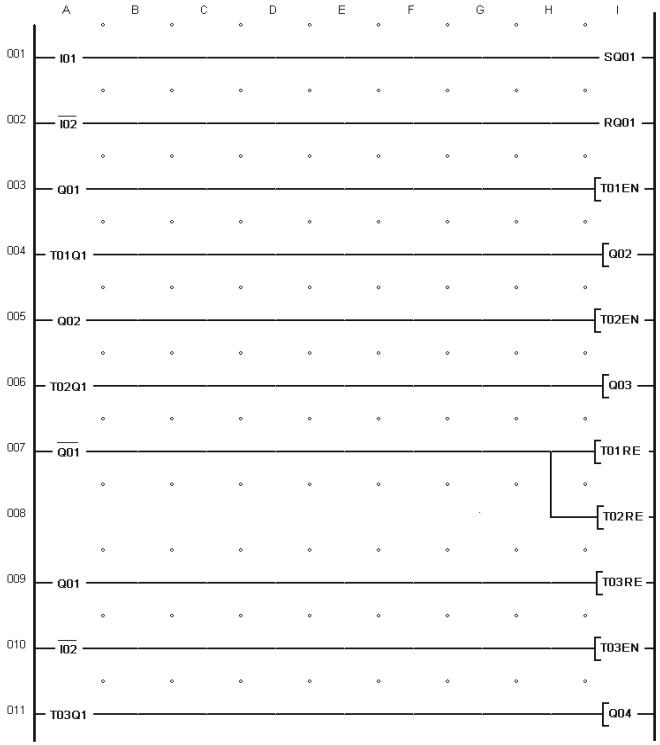


Рис. 9.12. Схема соединений №4

Нажатие кнопки SB1 приводит к замыканию контакта I01 в схеме соединений и установке в единичное состояние катушки выходного реле Q01 (строка 1 схемы). Это соответствует замыканию контакта Q1 (рис. 9.11), подаче напряжения на катушку KM1, включению этого контактора и началу разгона двигателя. Замыкание контакта Q01 (строка 3 на рис. 9.12) запускает отсчет выдержки времени первого реле T01. По истечении выдержки времени замыкается контакт T01Q1 (строка 4), который обеспечивает перевод в единичное состояние выхода Q2, т.е. замыкание этого контакта (рис. 9.11), включение контактора KM2 и шунтирование первой ступени добавочного резистора. Замыкание контакта Q02 (строка 5) запускает отсчет выдержки времени второго реле T02. По истечении выдержки времени замыкается контакт T02Q1 (строка 6), который обеспечивает перевод в единичное состояние выхода Q3, т.е. замыкание этого

контакта (рис. 9.11), включение контактора KM3 и шунтирование второй ступени добавочного резистора. Для перевода двигателя в режим торможения нажатием кнопки SB2 замыкают контакты I02 в схеме соединений. Замыкание контакта I02 в строке 2 схемы приводит к установке в нулевое состояние катушки выходного реле Q01, т.е. размыканию контакта Q1 и отключению контактора KM1. Замыкание контакта I02 в строке 10 схемы запускает реле времени T03, которое замыкает свой контакт T03Q1 в строке 11 схемы и переводит в единичное состояние выход реле Q4, что обеспечивает включение контактора KM4. По истечении выдержки времени контакт T03Q1 размыкается и контактор KM4 отключается. Для сброса реле времени и подготовки схемы к новому циклу работы используются контакты Q01 в строках 7-9 схемы.

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.12. Установить выдержку времени на замыкание контакта у реле T01 3 с, а реле T02 – 2 с. Реле T03 настроить на единичный импульс продолжительностью 4 с. Перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакты без фиксации I1 как замыкающий, а I2 как размыкающий. Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию выходов реле (Q). Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.** Щелкнув по изображению контакта I1, во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств последовательность изменения состояний выходов Q1 Q2, Q3, которые соответствуют включению контакторов KM1, KM2, KM3. Щелкнув по изображению контакта I2 наблюдать в панели свойств отключение выходов Q1 Q2, Q3 и включение в течение 4 с выхода Q4 с последующим отключением.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в программируемое реле. Установить реле на панель управления лабораторного стенда и подключить его в соответствии со схемой, изображенной на рис. 9.11. Сопротивления резисторов R1, R2, R3 установить в соответствии с указанием руководителя занятий. Перевести реле в режим RUN, и, нажав кнопку SB1, наблюдать последовательность включения контакторов, а по приборам, установленным на стенде, фиксировать значение угловой скорости и тока ротора двигателя, при которых происходит переключение ступеней добавочного резистора. Нажав кнопку SB2 наблюдать процесс торможения двигателя, зафиксировав по прибору значение его угловой скорости в момент отключения контактора KM4. Для обеспечения одинаковых бросков тока во время переключения ступеней провести вручную с помощью кнопок на передней панели реле дополнительную настройку выдержек времени реле времени T01, T02. Для обеспечения отключения контактора KM4 при полной остановке двигателя выполнить дополнительную настройку выдержки времени реле T03. После настройки реле времени повторить процесс пуска и торможения двигателя.

9.5. Лабораторная работа № 5 «Автоматизация конвейерной линии»

Задача управления. Конвейер приводится в движение с помощью асинхронного двигателя М через редуктор Р (рис. 9.13). Детали, находящиеся на ленте конвейера, пересчитываются с помощью датчика деталей ДД и поступают в приёмник по N штук. После поступления в приёмник N деталей конвейер останавливается.

Повторный запуск конвейера производится вручную с помощью кнопки. Если поток деталей прекратился или задержался на t секунд, на пульт управления подаётся световой сигнал, мигающий с периодом Т секунд.

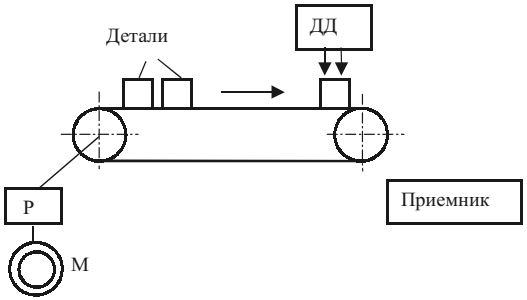


Рис. 9.13. Функциональная схема конвейерной линии

Состав силовой части электропривода. На рис. 9.14 приведена электрическая принципиальная схема привода конвейера. После включения автоматического выключателя QF1 двигатель М подключается в сеть контактором КМ1, этим же контактором двигатель отключается от сети при остановке конвейера.

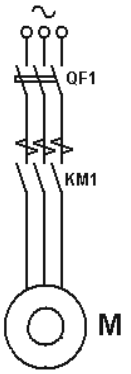


Рис. 9.14. Схема электрическая принципиальная привода конвейера

Схема подключения. На рис. 9.15. показано подключение ко входам реле EASY кнопок П и С для подачи команды на пуск и остановку двигателя и контакта датчика деталей ДД. К выходам реле подключена катушка контактора КМ1 и сигнальная лампа HL1.

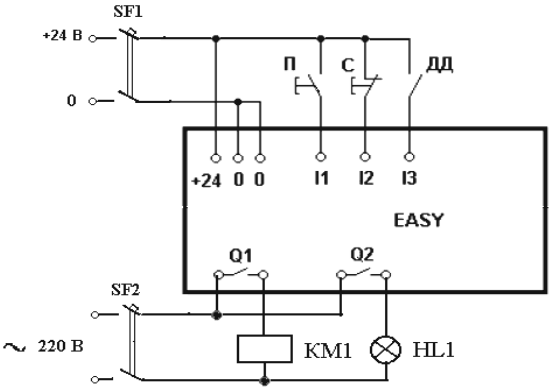


Рис. 9.15. Цепи управления реле EASY

Перечень операндов реле EASY:

Входы: I1 – контроль состояния кнопки пуска двигателя; I2 – контроль состояния кнопки отключения двигателя; I3 – контроль состояния датчика деталей.

Выходы: Q1 – управление включением и отключением контактора КМ1; Q2 – управление включением и отключением сигнальной лампы HL1.

Реле времени: T01 определяет время t, в течение которого допустимо прекращение поступления деталей в приемник; T02 – генератор импульсов для управления сигнальной лампой.

Счетчик C01 – обеспечивает счет количества деталей в партии.

Схема соединений (программа, рис. 9.16).

Нажатие кнопки I1 приводит к замыканию контакта I01 и переводу в активированное состояние катушки маркера M01 (строка 1), который своим замыкающим контактом (строка 3) переводит выход Q1 в единичное состояние. Это обеспечивает замыкание контакта Q1, включение контактора КМ1 и начало движения деталей по ленте конвейера, а также запуск реле времени T01 (строка 6). Счетчик C01 ведет подсчет количества срабатываний ДД по замыканию контакта I03 (строка 4). Если в течение выдержки времени реле T01 не было поступления деталей в приемник, то контакт I03 (строка 7) не замыкался и реле T01 запускает генератор импульсов T02 (строка 9). Последний своим периодически замыкающимся контактом включает и выключает выход Q2 (строка 10), обеспечивая управление сигнальной лампой. Если же в течение выдержки времени реле T01 деталь поступает в приемник, то замыкающий контакт I03 (строка 7) обеспечивает сброс реле времени T01. При поступлении 5 деталей счет-

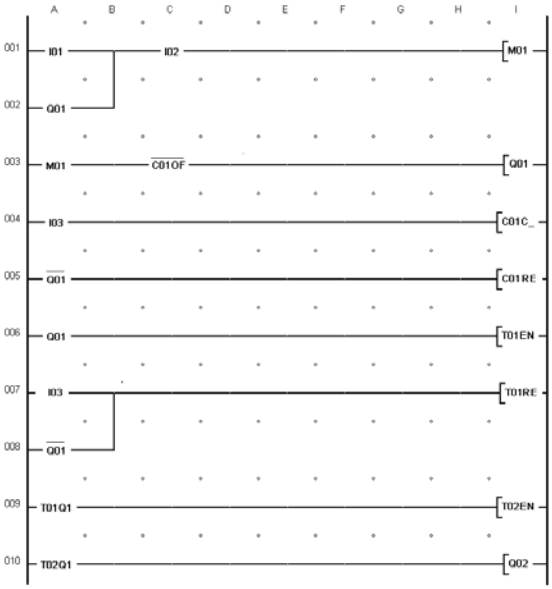


Рис. 9.16. Схема соединений №5

чик С01 своим размыкающим контактом (строка 3) сбрасывает в ноль катушку выходного реле Q01, обеспечивая отключение контактора КМ1 и остановку конвейера.

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.16. Установить выдержку времени на замыкание контакта у реле Т01 в соответствии с вариантом задания (табл. 9.1), для реле Т02 установить режим „Мигающий" с периодом Т (табл. 9.1). Для счетчика С1 установить максимальное значение содержимого (N по табл. 9.1), при котором замыкается его контакт SH=N.

Перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакты I1, I3 как замыкающие без фиксации, а I2 как размыкающий без фиксации. Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию выходов реле (Q). Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.** Щелкнув по изображению контакта I1 во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств включение выхода Q1, которое соответствует включению контактора КМ1. Щелкнув по изображению контакта I3 пять раз, наблюдать в панели свойств отсутствие изменения состояния выхода Q2 и отключение выхода Q1. Повторным щелчком по изображению контакта I1 включить выход Q1 и, не замыкая контакт I3, наблюдать через установленное вариантом задания (табл. 9.1) время возникновение мигания выхода Q2.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в программируемое реле. Перевести его в режим RUN, и, нажимая кнопки П, С, ДД, наблюдать на дисплее реле изменение состояния входов и выходов.

Таблица 9.1. Варианты задания к лабораторной работе

№	1	2	3	4	5	6	7	8
N шт.	3	5	7	2	4	6	8	6
t C	5	8	10	5	7	8	12	11
T C	1	0.5	0.75	0.3	0.4	0.6	0.5	1

9.6. Лабораторная работа № 6 «Управление грузовым подъёмником»

Задача управления. Подъёмник предназначен для перевозки грузов и сопровождающих их людей между двумя уровнями производственного помещения. Кабина приводится в движение асинхронным двигателем М через механическую передачу: редуктор Р, канатоведущий шкив, канатная подвеска (рис. 9.17). Часть веса кабины с грузом уравновешивается противовесом (на рис. 9.17. не показан). Управление подъёмником производиться из кабины и от пультов управления, расположенных на этажах. Вызов кабины на этаж и команда пуск подаются вручную оператором, а остановка производиться автоматически при подходе кабины к датчикам верхнего уровня (ДВУ) или нижнего уровня (ДНУ). Грузовой подъёмник имеет невысокую скорость перемещения, поэтому остановка производится путём отключения двигателя М и наложения электромагнитного тормоза (ЭМТ) на его вал. При возникновении аварийной ситуации кабина может быть остановлена нажатием на кнопку “Стоп”. При этом должен быть подан звуковой сигнал в форме коротких гудков заданной продолжительности.

С целью определения количества поездок подъёмника за смену и среднего количества включений электропривода в час применяют счётчик включений. Показание счётчика снимается в конце смены, после чего счётчик обнуляется нажатием на кнопку “Сброс счётчика”. Эта кнопка должна быть защищена от несанкционированного нажатия (кнопка или переключатель с механическим замком).

Состав силовой части. Схема электрическая принципиальная электропривода подъемника приведена на рис. 9.18. Перед запуском двигателя вручную включают автоматический выключатель QF1. Пуск двигателя и подъем вверх осуществляется включением пускателя KM1, опускание вниз осуществляется при включении пускателя KM2.

Схема подключения. На рис. 9.19. показано подключение ко входам реле EASY кнопок: ПВ1 – пуск вверх, ПН1 – пуск вниз, «Стоп» (эти кнопки установле-

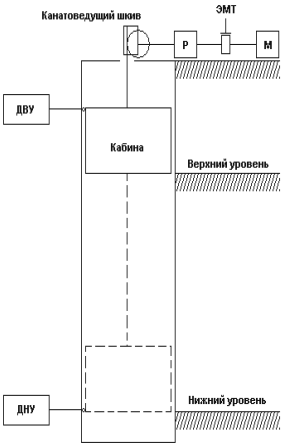


Рис. 9.17. Схема механизма подъемника

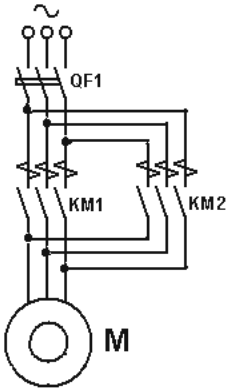


Рис. 9.18. Схема электрическая принципиальная привода подъемника

ны в кабине), ПВ2 – пуск вверх (установлена на верхнем уровне), ПН2 – пуск вниз (установлена на нижнем уровне). К выходам реле подключены пускатели: для запуска двигателя вверх и вниз KM1, KM2, для управления электромагнитным тормозом KM3, и реле KV1 для включения звукового сигнала.

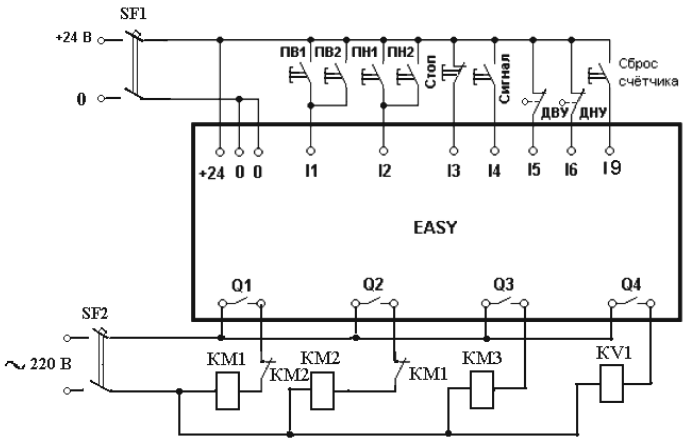


Рис. 9.19. Цепи управления реле EASY

Перечень операндов реле EASY:

Входы: I1, I2 – контроль состояния кнопок пуска вверх и вниз; I3, I4 – контроль состояния кнопок остановки и подачи аварийного сигнала; I5, I6 – контроль состояния контактов датчиков верхнего и нижнего уровней; I9 – вход для сброса счетчика количества поездок.

Выходы: Q1, Q2 – включение пускателей для движения подъемника вверх и вниз; Q3 – включение электромагнитного тормоза; Q4 – включение реле для подачи звукового сигнала.

Маркеры: M01, M02 – для включения выходов Q1, Q2.

Реле времени T01 – генератор импульсов для управления подачей звукового сигнала.

Счетчик C01 – обеспечивает счет количества поездок.

Схема соединений (программа, рис. 9.20).

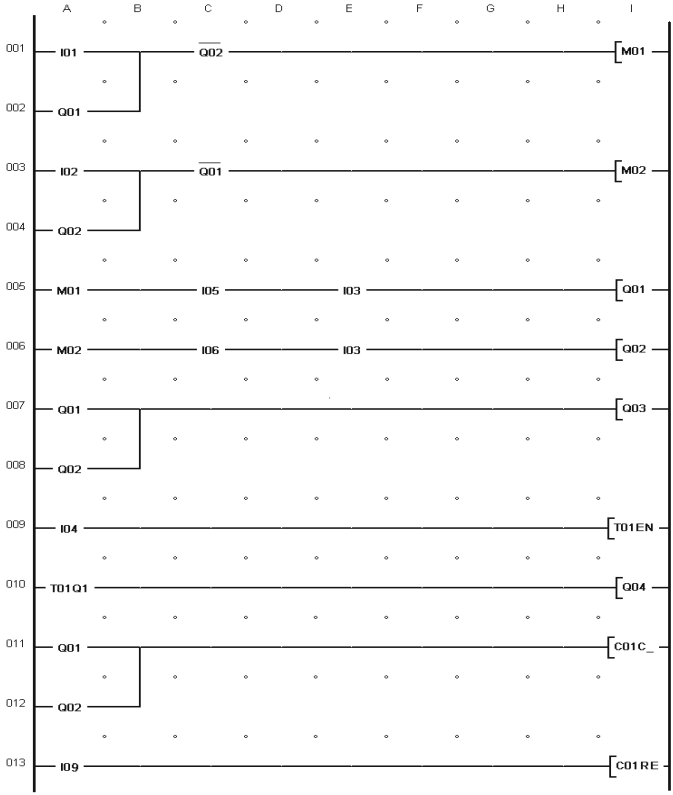


Рис. 9.20. Схема соединений №6

Нажатие кнопки ПВ1 приводит к замыканию контакта I01 и срабатыванию маркера M01 (строка 1), который своим замыкающим контактом (строка 5) переводит катушку выходного реле Q01 в единичное состояние. Это обеспечивает замыкание контакта Q1 реле, включение контактора KM1 и начало движения подъемника вверх. Аналогичным образом, нажатие кнопки ПН1 (строка 3) обеспечивает включение контактора KM2 и движение вниз (строка 6). Замыкание любого из контактов Q1 или Q2 приводит также, во-первых, к активированному состоянию катушки Q03 (строки 7, 8), срабатыванию контактора KM3, обеспечивающего включение ЭМТ, который освобождает вал двигателя, а во-вторых, - к увеличению на единицу содержимого счетчика C01 числа включений подъемника (строки 11, 12). Нажатие кнопки «Стоп» размыкает контакты I03 в цепях катушек Q01 и Q02 (строки 5, 6), что приводит к отключению контактов Q1, Q2 и Q3 и контакторов KM1, KM2, KM3, последнее обеспечивает наложение ЭМТ на вал двигателя. Аналогичным образом прекращение движения подъемника обеспечивается при срабатывании датчиков ДВУ и ДНУ, которое ведет к размыканию контактов I05, I06 (строки 5, 6). Нажатие кнопки «Сигнал» обеспечивает замыкание контакта I04 (строка 9) и запуск реле времени T01, которое периодически замыкает свой контакт (строка 10) и активирует катушку выходного реле Q04, подключая реле KV1 для подачи звукового сигнала.

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.20. Установить реле T01 установить режим „Мигающий" с периодом 2 с.

Перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакты I1, I2, I4, I9 как замыкающие без фиксации, а I3, I5, I6 – как размыкающие. Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию выходов реле (Q). Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.** Щелкая по изображениям контактов во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств включение и выключение выходов Q1 – Q4 и проанализировать их соответствие ожидаемому режиму работы подъемника.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в программируемое реле. Перевести его в режим RUN, и, нажимая кнопки управления режимом работы подъемника, наблюдать на дисплее реле изменение состояния входов и выходов.

9.7. Лабораторная работа №7 «Система управления шлагбаумом на платной автостоянке»

Задача управления. Необходимо создать автоматизированную систему контроля занятости автостоянки и управления подъемом шлагбаума при въезде. Машины могут въезжать в автостоянку только при условии, что в ней есть ещё свободные места. Состояние занятости стоянки сообщается водителям с помощью сигнального табло "Занято/Свободно". При разрешении въезда шлагбаум поднимается.

Доступ в автопарк контролируется с помощью устройства считывания пластиковых карт. Если карточка распознана, контакт S3 замыкается. Когда транс-

портное средство покидает парк, замыкается контакт S2 с помощью индукционной катушки установленной под поверхностью земли.

Сигнальное табло на контрольном пункте должно выдавать сообщение “Стоянка занята”, при подаче напряжения на катушку реле KV1, в противном случае формируется сообщение “Стоянка свободна”. Шлагбаум открывается, если на пускатель KM1 подаётся напряжение в течение 2 с, и автоматически закрывается, когда проедет транспортное средство или по прошествии установленного времени.

Въезжающие и выезжающие транспортные средства должны подсчитываться с помощью реле “EASY”. Необходимо обеспечить возможность установки в реле “EASY” максимального количества транспортных средств, которым разрешено припарковаться на стоянке. Для сброса счётчика количества автомобилей в ноль используется кнопка S5.

Служащий автостоянки, кроме этого, должен иметь возможность открыть шлагбаум, используя кнопку S4, независимо от того заполнена стоянка или нет. Шлагбаум также можно открыть с помощью кнопки P2 (верхняя кнопка управления курсором) управляющей панели “EASY”.

Сбой в системе сигнализируется с помощью мигающей лампочки H1, при замыкании контакта индикатора сбоя S1

Схема подключения. На рис. 9.21. показано подключение ко входам реле EASY следующих контактов: S1 – индикатор сбоя шлагбаума; S2 – контакт индукционной катушки; S3 – контакт устройства чтения пластиковых карточек; S4 – кнопка открытия шлагбаума; S5 – кнопка сброса счётчика. К выходам реле подключен пускатель для запуска двигателя подъема шлагбаума KM1, реле KV1 для управления дисплеем состояния “Занято/Свободно”; H1 – индикаторная лампа сбоя.

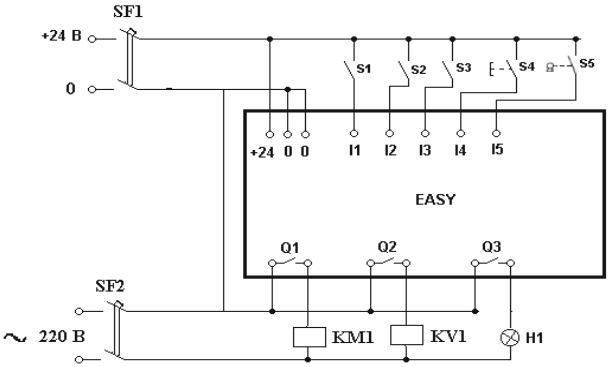


Рис. 9.21. Цепи управления реле EASY

Перечень операндов реле EASY:

Входы: I1 – I5 контроль состояния контактов S1 – S5;

Выходы: Q1– Q3 – включение и отключение соответственно пускателя KM1 подъема шлагбаума, реле KV1 управления дисплеем состояния стоянки и индикаторной лампы H1.

Реле времени: T01– формирует выдержки времени для работы двигателя подъема шлагбаума; T02 – генератор импульсов для управления индикаторной лампой.

Схема соединений (программа, рис. 9.22). К запуску реле времени T01 приводит замыкание контактов реле I03, I04, обусловленное соответствующим замыканием контактов индукционной катушки S2, считывателя пластиковой карты S3, кнопки дежурного S4, а также нажатие кнопки P2 на панели управления реле (строки 1-4). Реле T01 замыкает на 2 с. свой контакт (строка 5) и переводит в единичное состояние катушку выходного реле Q01, что обеспечивает включение пускателя KM1 и двигателя подъема шлагбаума. Счетчик C01 числа автомобилей работает следующим образом. Направление счета определяется состоянием контакта I02 (строка 7), которое определяется индуктивным датчиком выезда автомобиля. Когда контакт разомкнут, счетчик работает в режиме сложения, когда замкнут – в режиме вычитания. При въезде автомобиля на стоянку замыкается контакт устройства чтения пластиковой карты, а вместе с ним и контакт I03 схемы соединений (строка 9), содержимое счетчика C01 увеличивается на 1. При выезде автомобиля со стоянки замыкается контакт индуктивного датчика, а вместе с ним и контакт I02 схемы соединений (строка 8), содержимое счетчика C01 уменьшается на 1. Если стоянка полна и автомобили принять не может, то замыкается контакт счетчика C01 (строка 10), который активизирует выход Q2, включающий сигнал на табло «Стоянка занята». При неполадках в районе шлагбаума замыкается контакт I01, он запускает реле времени T02 в режиме генератора импульсов, контакт реле управляет состоянием выхода Q3 с индикаторной лампой (строки 11, 12).

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.22. Настроить реле T01 на единичный импульс продолжительностью 2 с., а для реле T02 установить режим „Мигающий” с периодом 1 с. Для счетчика C01 установить максимальное значение его содержимого SH = 20.

Перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакты I1 - I5 как замыкающие без фиксации. Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию выходов реле (Q). Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.** Щелкая по изображениям контактов I1 - I5 во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств включение и выключение выходов Q1 – Q3 и проанализировать их соответствие ожидаемому режиму работы шлагбаума и стоянки.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в программируемое реле. Перевести его в режим RUN, и, нажимая кнопки управления режимом работы стоянки, наблюдать на дисплее реле изменение состояния входов и выходов.

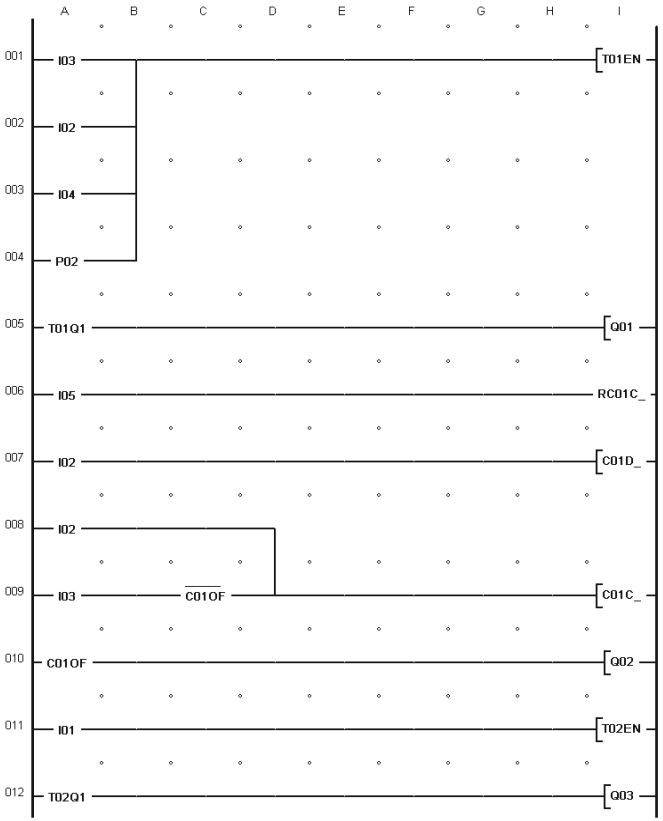


Рис. 9.22. Схема соединений №7

9.8. Лабораторная работа №8 «Формирование по заданному закону во времени аналогового сигнала задания скорости для регулируемого электропривода»

Задача управления. Необходимо реализовать циклическое изменение во времени по графику, изображенному на рис. 9.23, сигнала напряжения постоянного тока, задающего скорость электропривода по системе «преобразователь частоты – асинхронный двигатель». Необходимо обеспечить на первом этапе цикла вращение двигателя с задаваемой скоростью в одну сторону, а на втором этапе цикла – в противоположную сторону.

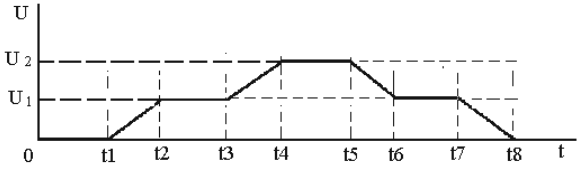


Рис. 9.23. График сигнала задания скорости электропривода

Состав силовой части привода. Преобразователь частоты ПЧ включен в трехфазную сеть переменного тока и питает обмотку статора асинхронного двигателя M1 (рис. 9.24). Скорость двигателя изменяется от нуля до максимального значения при изменении на аналоговом входе управления ПЧ сигнала U задания скорости от 0 до 10 В. Направление вращения вала двигателя определяется значением сигналов D1 и D2 на логических входах управления ПЧ. При D1=1 обеспечивается вращение по часовой стрелке, а при D2=1 – против часовой стрелки.

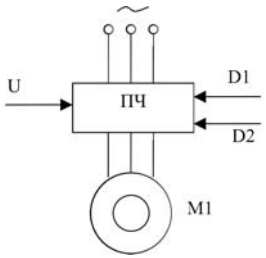


Рис. 9.24. Функциональная схема электропривода

Схема подключения. На рис. 9.25. показано подключение ко входу I1 реле EASY кнопки с фиксацией SB1 для управления работой двигателя. Сигнал задания скорости двигателя U формируется на аналоговом выходе реле, а сигналы D1 и D2, определяющие направление вращения двигателя, – на дискретных выходах Q1, Q2.

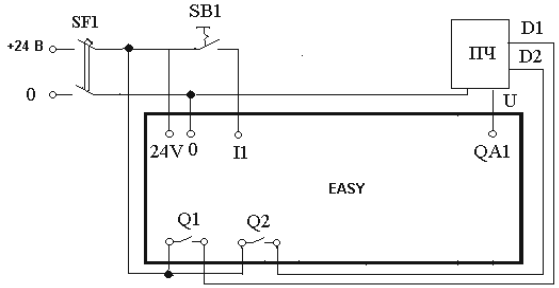


Рис. 9.25. Цепи управления реле EASY

Перечень операндов реле EASY: I1 – вход контроля состояния кнопки пуска; T01 – генератор тактовых импульсов; C01, C02, C03 – счетчики импульсов; T02, T03 – реле времени, определяющие время работ двигателя с низкой и высокой установившимися скоростями (t_2 - t_3 и t_4 - t_5 на рис. 9.23).

Схема соединений (программа, рис. 9.26). При нажатии кнопки SB1 замыкается входной контакт I01 и запускается генератор тактовых импульсов T01, он периодически замыкает и размыкает свой контакт T01Q1(строка 2). Количество импульсов подсчитывается счетчиками C01, C02, C03. Выходной код счетчика C01 преобразуется в напряжение постоянного тока и поступает на аналоговый выход реле QA. В течение времени t1 - t2 численное значение выходного кода счетчика возрастает, а напряжение на выходе QA увеличивается. Счетчики C02 и C03 выполняют функции определения значений промежуточной и максимальной скоростей двигателя. При подсчете счетчиком C02 определенного количества импульсов, например N_1=500, замыкается его контакт CO2OF (строка 5) и запускается реле времени T02. Контакт $\overline{\text{T02Q1}}$ в цепи счетчиков (строка 2) размыкается на заданное время, счетчики CO1, CO2, CO3 отключаются от генератора T01 и прекращают подсчет импульсов на время паузы от t2 до t3 (рис. 9.23), при этом напряжение на выходе QA остается неизменным. По окончании паузы контакт $\overline{\text{T02Q1}}$ вновь замыкается, и счетчики продолжают подсчет импульсов, при этом продолжается нарастание напряжения на аналоговом выходе реле (интервал времени от t3 до t4). Счетчик CO3, настраивается на замыкание контакта при количестве подсчитанных импульсов, например, вдвое большем, чем счетчик C02. Замыкание контакта CO3OF (строка 6) сбрасывает счетчики C02 и C03 в ноль, устанавливает во включенное состояние катушку промежуточного реле M01 и запускает реле времени T03, а также (строка 12) увеличивает содержимое счетчиков C04, C05. Реле T03 размыкает на заданное время (от t4 до t5) свой контакт $\overline{\text{T03Q1}}$ в цепи катушек счетчиков (строка 2), прекращая подсчет ими импульсов генератора и обеспечивая работу двигателя в установившемся режиме с максимальной скоростью. Замыкание контакта M01 (строка 10) переводит счетчик C01 из режима сложения в режим вычитания, и после замыкания контакта $\overline{\text{T03Q1}}$ (строка 2) содержимое счетчика C01 будет уменьшаться, что обусловит снижение напряжение на выходе QA (интервал времени от t5 до t6). В цикле снижения скорости работа схемы аналогична рассмотренной выше, с тем отличием, что выдержка времени реле T03 определяет время, в течение которого двигатель будет остановлен (интервал времени от 0 до t1). Во время остановки содержимое счетчика C03 равно нулю, и контактом C01ZE (строка 11) сбрасывается маркер M01, который размыканием своего контакта (строка 10) переводит счетчик C01 вновь в режим сложения. Счетчики C04, C05 обеспечивают управление реверсом двигателя. В течение цикла изменения сигнала задания при одном направлении вращения двигателя происходит два замыкания контакта CO3OF (строка 12), после этого счетчик C04 размыкает свой контакт (строка 14) и отключает выход Q1, а замыкающим контактом CO4OF (строка 15) включает выход Q2. Этим обеспечивается реверс двигателя в следующем цикле работы. После четырех замыканий контакта CO3OF счетчик C05 замыкает свой контакт CO5OF (строка 16), сбрасывает в ноль счетчики C04, C05, после чего включается выход Q1 и цикл изменения скорости двигателя повторяется при ином направлении вращения.

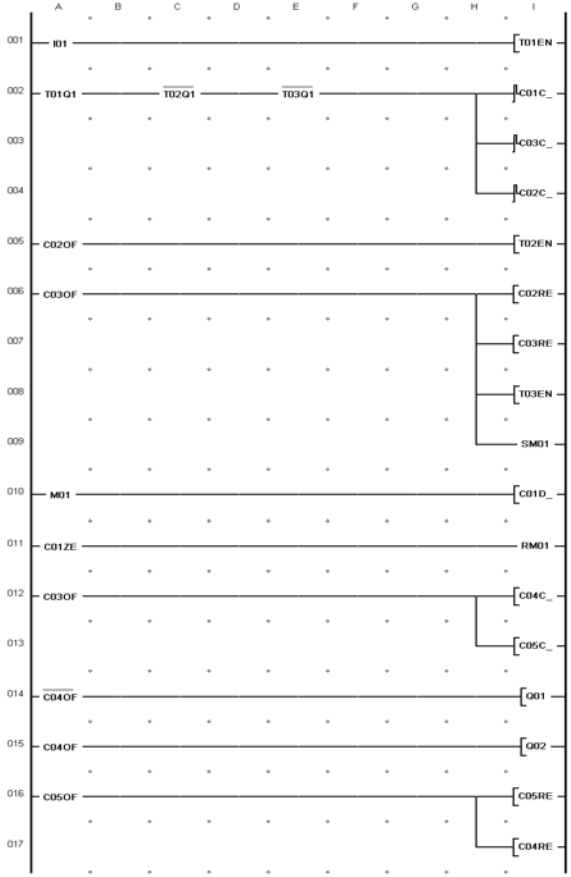


Рис. 9.26. Схема соединений №8

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.26. Настроить режим реле T01 «Мигающий» с периодом следования импульсов 0,01 с. Реле T02, T03 настроить на единичный импульс продолжительностью 5с. Для счетчиков C02. C03 установить верхние значения их содержимого SH соответственно 500 и 1000, а для счетчиков C04, C05 – соответственно 2 и 4. Установить отображение содержимого счетчиков C02, C03, C04, C05 в маркер-словах MW2, MW3, MW4, MW5, а C01 – на аналоговом выходе QA1.

Перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакт I1 как замыкающий с фиксацией. Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию аналогового выхода реле (QA). Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.** Щелкнув по изображению контакта I1, во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств последовательность изменения напряжения на аналоговом выходе. Затем во вкладке **Показание** выбрать вывод на индикацию дискретных выходов реле (Q) и в следующем цикле работы наблюдать изменение состояния контактов Q1, Q2.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в программируемое реле. Установить реле на панель управления лабораторного стенда и подключить его в соответствии со схемой, изображенной на рис. 9.25. Перевести реле в режим RUN, и, нажав кнопку SB1, наблюдать на вольтметре, установленном на стенде, изменение во времени значения напряжения задания угловой скорости двигателя, а на дисплее реле – изменение состояния выходов при реверсе двигателя.

9.9. Лабораторная работа № 9 «Управление последовательным плавным пуском двух асинхронных двигателей от одного преобразователя частоты»

Задача управления. Осуществить последовательный плавный пуск двух асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором от преобразователя частоты (ПЧ) с последующим переключением обмотки статора каждого двигателя на питание от сети. Каждый двигатель необходимо разогнать до номинальной скорости в течение 5 секунд при подаче на вход ПЧ линейно возрастающего во времени напряжения управления от 0 до 10В. Затем двигатель должен быть отключен от преобразователя частоты и подключен к промышленной сети переменного напряжения 380 В. Разгон второго двигателя должен начаться через 1 с после окончания разгона первого двигателя и его переключения на питание от сети.

Состав силовой части электропривода. На рис. 9.27 приведена функциональная схема всей системы.

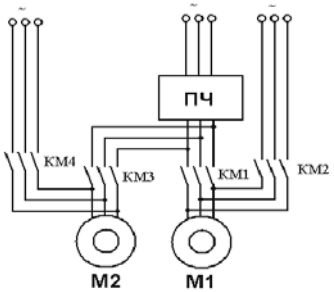


Рис. 9.27. Функциональная схема включения двигателей и ПЧ

Контакторы KM1, KM3 подключают двигатели M1, M2 к выходу ПЧ, а контакторы KM2, KM4 переключают обмотки статоров этих двигателей на питание от сети.

Схема подключения. На рис. 9.28. показано подключение ко входу I1 реле EASY кнопки SB1 для подачи команды на пуск двигателей. Сигнал задания скорости двигателя формируется на аналоговом выходе реле QA. Управление включением и отключением контакторов KM1-KM4 осуществляется контактами дискретных выходов Q1, Q2, Q3, Q4. На рис. 9.29 приведена временная диаграмма выходных сигналов реле EASY, которое реализует поставленную задачу управления.

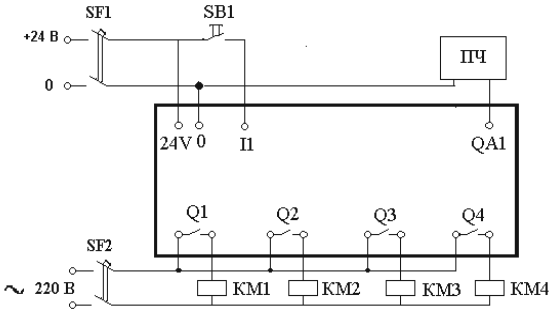


Рис. 9.28 . Цепи управления реле EASY

Перечень операндов реле EASY: I1 – вход контроля состояния кнопки пуска; T01 – генератор тактовых импульсов; C01 – счетчик импульсов генератора; C02– счетчик циклов разгона двигателей; T02 – реле времени, определяющие время паузы t_0; M01 – маркер для запуска реле T02; M02 –M05 – маркеры, обеспечивающие включение выходов Q1 – Q4; AR01 – арифметический блок для масштабирования напряжения на аналоговом выходе.

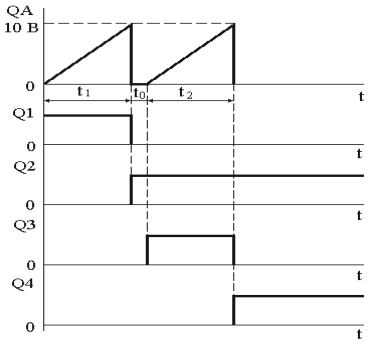


Рис. 9.29 . Временная диаграмма выходных сигналов реле

Схема соединений (программа, рис. 9.30). При нажатии кнопки SB1 замыкается входной контакт I01, который запускает генератор импульсов T01.

Эти импульсы используются другими устройствами схемы для отсчёта временных интервалов и формирования напряжения на аналоговом выходе.

Одновременно с запуском реле в единичное состояние устанавливается маркер M02 (строка 2), который своим контактом (строка 14) активирует катушку Q01, что обеспечивает замыкание выходного контакта Q1 и подключение контактором KM1 двигателя M1 к ПЧ.

Счётчик C01 считает импульсы генератора T01, а арифметическое устройство AR01 (строка 4) умножает числовое значение кода счетчика на заданную константу для получения на аналоговом выходе QA1 пропорционального значения напряжения.

Когда C01 отсчитает заданное количество импульсов, соответствующее времени t_1 (рис. 9.29), замыкается его контакт C01OF (строка 5), он сбрасывает в ноль счетчик и маркер M02 (строка 7), вследствие чего размыкается контакт Q1 и двигатель M1 отключатся от ПЧ. Устанавливается в единичное состояние маркер M04 и замыкается выходной контакт Q2 (строка 16), что обеспечивает включение контактора KM2 и переключение двигателя M1 на питание от сети. Останавливается реле T01 (строка 5), включается маркер M01 (строка 6), который запускает реле времени T02 (строка 10). Это реле обеспечивает выдержку времени на замыкание контакта (строка 12) в течение времени t_0 (рис. 9.29). Увеличивается на 1 содержимое счётчика C02 (строка 9), который подсчитывает количество полных циклов разгона двигателя.

Замыкание контакта T02Q1 устанавливает в 1 маркер M03 (строка 11), который своим контактом (строка 15) активирует катушку выходного реле Q03, и контактор KM3 подключает двигатель M2 к ПЧ. Запускается реле T01 (строка 13) и через сброс маркера M01 (строка 12) останавливается реле T02. Далее аналогично осуществляется цикл разгона двигателя M2.

По окончании цикла содержимое счётчика C02 увеличится до 2 и тогда через сброс маркера M03 (строка 18) размыкается контакт Q3 (строка 15), а через установку маркера M05 (строка 19) замыкается выходной контакт Q4 (строка 17), обеспечивающий включение контактора KM4 и питание двигателя M2 от сети. Останавливается также генератор импульсов T01 (строка 20), чем и завершается цикл управления пуском двигателей.

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.30. Настроить режим реле T01 «Мигающий» с периодом следования импульсов 0,005 с. Реле T02 настроить на выдержку времени при включении 1 с. Для счетчиков C01 C02 установить верхние значения их содержимого SH соответственно 21 и 2. Установить отображение содержимого счетчиков C01, C02 в маркер-словах MW1, MW2. Арифметический блок AR01 настроить на режим умножения на константу 50, а результат умножения отобразить на аналоговом выходе QA1.

Перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакт I01 как замыкающий без фиксации. Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию аналогового выхода QA. Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.**

Щелкнув по изображению контакта I1, во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств изменение напряжения на аналоговом выходе реле. Остановить работу в режиме **Имитация.** Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открыв-

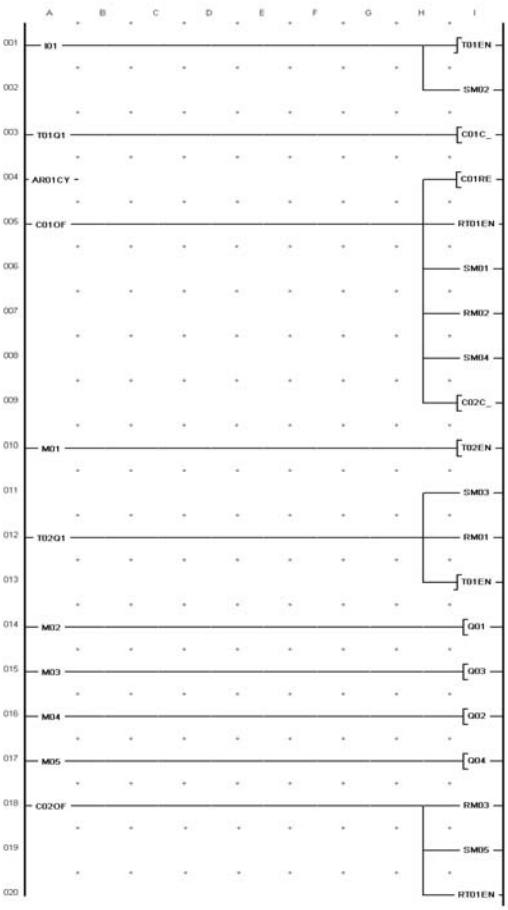


Рис. 9.30. Схема соединений №9

шемся меню вывод на индикацию дискретных выходов Q1 Q2, Q3, Q4. Запустить вновь режим **Имитация.** Контролировать изменение во времени состояний выходов Q1 Q2, Q3, Q4, которые соответствуют включению контакторов KM1, KM2, KM3, KM4, проверить соответствие временных интервалов диаграмме, приведенной на рис. 9.29.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в программируемое реле. Установить реле на панель управления лабораторного стенда и подключить его в соответствии со схемой, изображенной на рис. 9.28. Перевести реле в режим RUN, и, нажав кнопку SB1, наблюдать последовательность включения контакторов и разгона двигателей, а по приборам, установленным на стенде, фиксировать значение угловой скорости двигателей.

9.10. Лабораторная работа №10 «Автоматическое управление дверями (ролетами) подземного гаража»

Задача управления. Дверь гаража должна открыться (подняться) по команде, а затем автоматически закрыться (опуститься) через установленное время. Должна быть предусмотрена возможность закрывания двери по команде вручную. Дверь должна быть закрыта в определенные часы дня и в определенные дни недели.

Дверь должна открываться снаружи при считывании магнитной карты, которое вызывает кратковременное замыкание контакта K1, а также вручную ключом, замыкающим контакт S6. Должна быть предусмотрена возможность запрета въезда в заданное время дня и заданные дни недели, но при этом сохраняется возможность открыть дверь ключом S5. При выезде дверь должна открываться изнутри кнопкой S7, и этой же кнопкой закрываться после въезда. Если водитель не закрыл дверь этим ключом, то она должна закрыться автоматически через установленное время. Дверь также должна открываться и закрываться из комнаты охраны при нажатии кнопок S4, S3. Закрывание двери должно сопровождаться кратким звуковым сигналом H3. При въезде и выезде должна загораться предупредительная световая сигнализация H1, H2. Если во время закрывания под дверью находится человек или автомобиль, то закрывание останавливается при размыкании контакта панели безопасности K2 или от датчика K3. При этом дверь должна открыться и возникают предупреждающие световые сигналы H1, H2.

Нажатие кнопки аварийного останова прекращает все движения двери, загораются предупредительные световые сигналы H1, H2 и включается звуковая сигнализация.

Для предотвращения несанкционированного доступа в гараж предусматривается возможность блокирования открывания двери с панели безопасности (если дверь закрыта и сработал конечный выключатель).

Если дверь закрыта, то нажатие кнопки аварийного останова не вызывает включения сигнализации. Для этого необходимо подать команду «Открывание двери».

Для аварийного останова, панели безопасности и конечных выключателей используются размыкающие контакты.

Если конечные выключатели (S1 – дверь закрыта, S2 – дверь открыта) по причине выхода из строя не сработали, то через установленное время (T1, T2) привод должен быть остановлен и загораются предупредительные световые сигналы H1, H2. Подача сигналов осуществляется кнопкой S8 с панели безопасности.

Состав силовой части электропривода дверей. Схема электрическая принципиальная привода дверей приведена на рис. 9.31.

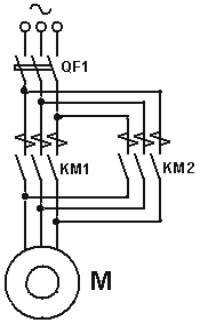


Рис. 9.31. Схема электрическая принципиальная привода дверей

Перед запуском двигателя М1 вручную включают автоматический выключатель Q1. Пуск двигателя на закрывание двери (опускание ролет) осуществляется включением пускателя КМ1, а открывание (подъем) осуществляется при включении пускателя КМ2.

Схема подключения. На рис. 9.32. показано подключение ко входам реле EASY следующих элементов: SF1 – автоматический выключатель; Н1 – внутренняя лампа световой сигнализации; Н2 – внешняя лампа световой сигнализации; Н3 – устройство звуковой сигнализации; К1 – контакт считывателя магнитной карты; К2 – контакт панели безопасности; К3 – контакт датчика; КМ1 – контактор закрывания двери, КМ2 – контактор открывания двери; S1 – контакт конечного выключателя закрывания двери; S2 – контакт конечного выключателя открывания двери; S3 – кнопка закрывания двери; S4 – кнопка открывания двери; S5, S6 – контакты ключей открывания двери; S7 – кнопка открывания - закрывания двери; S8 – кнопка аварийной остановки.

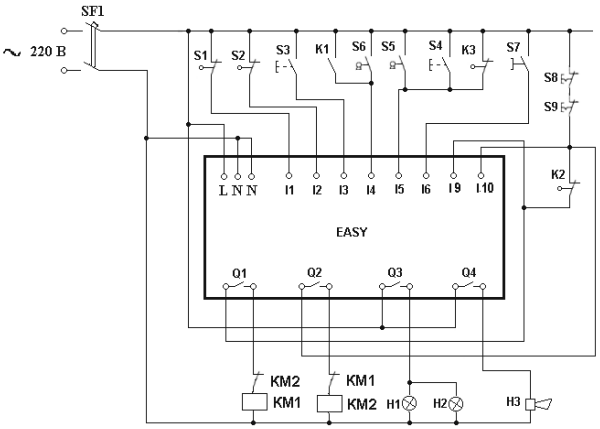


Рис. 9.32. Цепи управления реле EASY

Перечень операндов реле EASY:

Входы: I1 – конечный выключатель «дверь закрыта»; I2 – конечный выключатель «дверь открыта»; I3 – кнопка закрывания; I4 – контакты открывания от ключа и считывателя магнитной карты; I5 – контакты открывания от кнопки и ключа; I6 – кнопка открывания – закрывания; I9 – сигналы панели безопасности и датчика; I10 – сигнал аварийного останова.

Промежуточные реле (маркеры): M01 – дверь закрыта; M02 – дверь открыта; M03 – закрывание; M04 – открывание; M05 – закрывание – открывание; M06 – состояние конечных выключателей.

Выходы: Q1 – закрыть дверь; Q2 – открыть дверь; Q3 – световая сигнализация; Q4 – звуковая сигнализация.

Таймеры: T01 – задержка при включении, если не сработал конечный выключатель закрывания; T02 – задержка при включении, если не сработал конечный выключатель открывания; T03 – импульсное замыкание перед закрыванием; T04 – задержка при включении пока дверь закрывается автоматически; T05 – импульсное замыкание при закрывании – открывании; T06– генератор импульсов для светового сигнала;

Схема соединений (программа, рис. 9.33). Открывание дверей обеспечивается при замыкании контакта маркера M04 (строка 6), который устанавливает во включенное состояние маркер M02, а последний своим контактом активирует выход Q2 (строка 26), после чего включается пускатель KM2 и двигатель M1 (рис. 9.31) работает в направлении подъема ролет. Включение маркера M04 обеспечивается при замыкании любого из контактов, подключенных ко входам I4 - I6, и размыкании любого из контактов, подключенных ко входу I9 (строки 15-20). Сброс маркера M02 и завершение открывания дверей обеспечивается размыканием любого из контактов, подключенных ко входам I2, I10, а также при включении маркеров M03 или M06 (строки 7-10). Маркер M03 включается (строки 11-14) при нажатии на кнопку закрывания дверей S3 и замыкании входного контакта I03, при нажатии на кнопку S7 и замыкании входного контакта I06 и при замыкании контакта реле времени T04. Замыкание контакта M03 устанавливает во включенное состояние маркер M01 (строка 1), который своим контактом активирует выходное реле Q1 (строка 25), после чего включается пускатель K4 (рис. 9.31) и двигатель работает в направлении опускания ролет.

Если произошло нарушение в срабатывании конечных выключателей S1, S2, то сброс маркеров M01, M02 осуществляется контактом маркера M06 через выдержку времени, на которую настроены реле T01, T02, запускаемые контактами выходов Q1, Q2 реле (строки 35-38).

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.33. Настроить реле T01, T02 на замыкание контакта с выдержкой времени 1,5 с., а реле T04 -30 с. Для реле T03, T05 установить режим единичного импульса продолжительностью соответственно 1 с и 0,1 с. Для реле T06 установить режим „Мигающий" с периодом 0,25 с.

Перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакты I1 - I6, I9 – I10 в соответствии со схемой, приведенной на рис. 9.32. Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию выходов реле (Q). Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.**

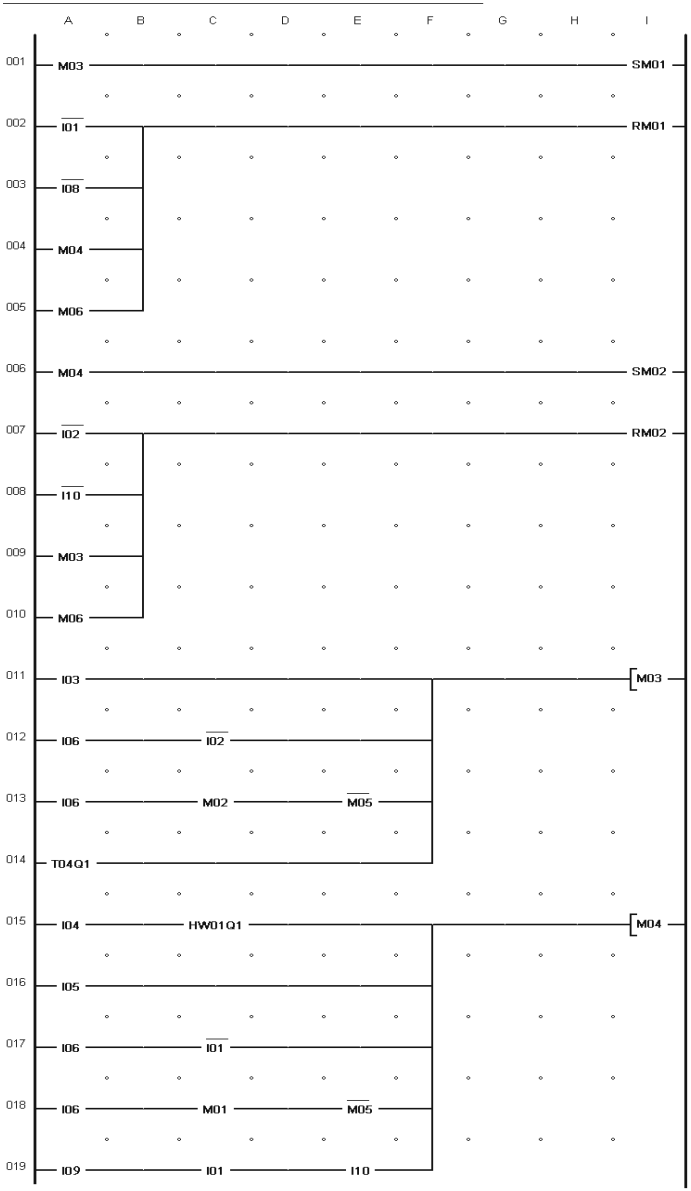


Рис. 9.33. Схема соединений №10

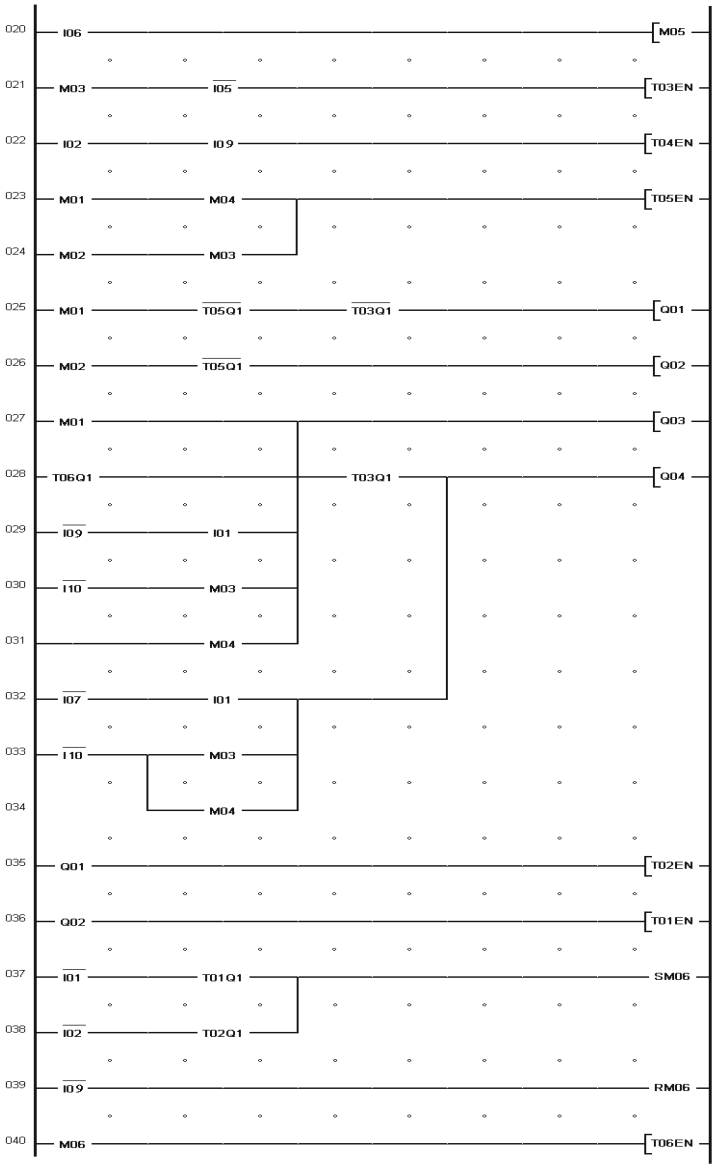


Рис. 9.33. Схема соединений №10 (продолжение)

Щелкая по изображениям контактов во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств включение и выключение выходов Q1 – Q4 и проанализировать их соответствие ожидаемому режиму работы системы открывания-закрывания дверей.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в программируемое реле. Перевести его в режим RUN, и, нажимая кнопки управления режимом работы стоянки, наблюдать на дисплее реле изменение состояния входов и выходов.

9.11. Лабораторная работа № 11 «Система управления последовательным пуском и остановкой трех конвейерных лент зернового перегружателя»

Задача управления. Зерновой перегружатель состоит из трех конвейерных лент (рис. 9.34). Необходимо обеспечить три режима его работы: “Последовательный пуск”, “Последовательная остановка”, “Быстрая остановка”.

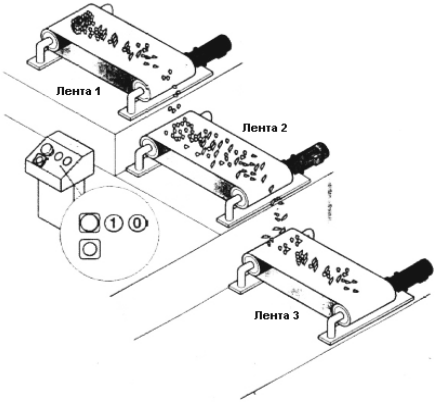


Рис. 9.34. Схема механизма зернового перегружателя

При последовательном пуске ленты начинают движение поочередно с интервалом в 5 с (это время программируется один раз и не может быть изменено). Лента № 3 начинает движение первой. При последовательной остановке ленты останавливаются в обратном порядке, начиная с первой. Это обеспечивает последующий запуск лент без нагрузки для избежания режима тяжелого пуска двигателей. Перед остановкой первой и последующих лент обеспечивается выдержка времени 5 с (необходимо предусмотреть возможность изменения этой выдержки времени). При быстрой остановке все ленты останавливаются одновременно без задержки.

Необходимо предусмотреть проверку состояния автоматических выключателей, установленных в цепях обмоток статоров двигателей конвейерных лент.

В случае, если автоматический выключатель срабатывает, система конвейеров должна быть остановлена и должен быть подан сигнал с помощью мигающей лампочки.

Состав силовой части. Схема электрическая принципиальная электропривода конвейерных лент приведена на рис. 9.35. Каждая конвейерная лента приводится в движение отдельным двигателем М1, М2, М3. Обмотки статоров двигателей подключаются в сеть и отключаются от нее контакторами КМ1, КМ2, КМ3. Двигатели защищены от коротких замыканий и перегрева автоматическими выключателями QF1 – QF3.

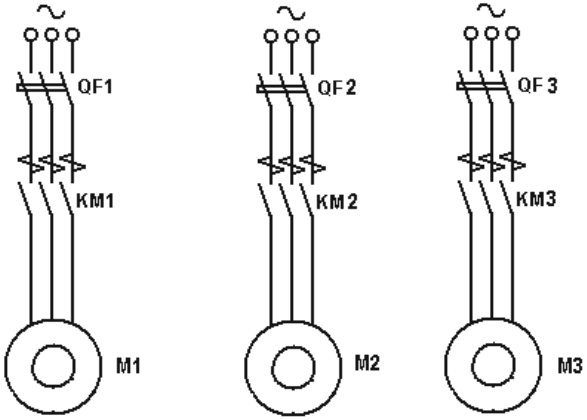


Рис. 9.35. Схема электрическая принципиальная привода конвейерных лент

Схема подключения. На рис. 9.36. показано подключение ко входам реле EASY следующих контактов: S0 – аварийная остановка, S1 – кнопка «Пуск», S2 – кнопка «Стоп», S3 – кнопка «Быстрая остановка», QF1 – QF3 – вспомогательные контакты автоматических выключателей двигателей М1 – М3, КМ1 – КМ3 – контакторы включения двигателей М1 – М3, Н1 – лампочка индикации, SF1 – автоматический выключатель.

Перечень операндов реле EASY:

Входы: I1 – I3– контроль состояния контактов S1 – S3;

I4 – I6 – контроль состояния вспомогательных контактов автоматических выключателей;

Выходы: Q1– Q3 – включение и отключение двигателя соответствующей ленты конвейера, Q4 – включение лампочки индикации.

Маркеры: М1 – буферная память состояния контактов QF1 – QF3, М2 – память режима остановки, М3 – память режима пуска.

Реле времени: Т01 – выдержка времени перед пуском ленты 2, Т02 – выдержка времени перед пуском ленты 1, Т03, Т04, Т05 – выдержки времени перед остановкой лент 1, 2 и 3 соответственно, Т06 – генератор импульсов для световой индикации.

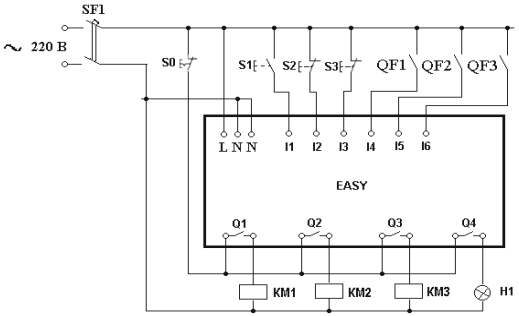


Рис. 9.36. Цепи управления реле EASY

Схема соединений (программа, рис. 9.37). Запуск конвейерных лент возможен только при включенных автоматических выключателях QF1 – QF3, что подтверждается замкнутым состоянием контактов I04 – I06 (строка 1). При этом будет включен маркер M01 и замкнуты его контакты в строках 2, 5, 7. При нажатии на кнопку последовательного пуска S1 замыкается контакт I01 (строка 2), при этом устанавливаются в единичное состояние выходное реле Q03 и маркер M03, контакт Q3 замыкается.

Это обеспечивает срабатывание контактора KM3 и пуск двигателя третьей ленты, а также запуск реле времени T01 (строка 4). После выдержки времени этого реле замыкается его контакт (строка 5) и устанавливается в единичное состояние катушка выходного реле Q02, обеспечивая запуск двигателя второй ленты. Запускается также реле времени T02 (строка 6), замыкание контакта которого через выдержку времени включает выход Q1 и двигатель первой ленты (строка 7).

При нажатии кнопки последовательного останова S2 замыкаются контакты I02, сбрасывая маркер M03 (строка 29) и устанавливая в единичное состояние маркер M02 (строка 8). Последний своим контактом (строка 9) запускает реле времени T03, которое, отсчитав выдержку времени, замыкает свой контакт (строка 10) и отключает выход Q1 и двигатель первой ленты. Далее аналогичным образом работают реле T04, T05, отключая последовательно выходы Q2, Q3 и двигатели второй и третьей лент (строки 13-14, 18-19).

Нажатие кнопки быстрого останова S3 деактивирует катушки маркеров M02 и M03 (строки 26, 28, 29, 31) и обеспечивает мгновенное размыкание контактов выходов (строки 10, 12, 14, 17, 19, 21), при этом двигатели всех лент отключаются без задержки.

Срабатывание одного из автоматических выключателей QF1 – QF3 приводит к замыканию одного из контактов $\overline{14}$-$\overline{16}$ (строки 22 – 24) и запуску «мигающего» реле T06, управляющего выходом Q4 (строка 25) и сигнальной лампой.

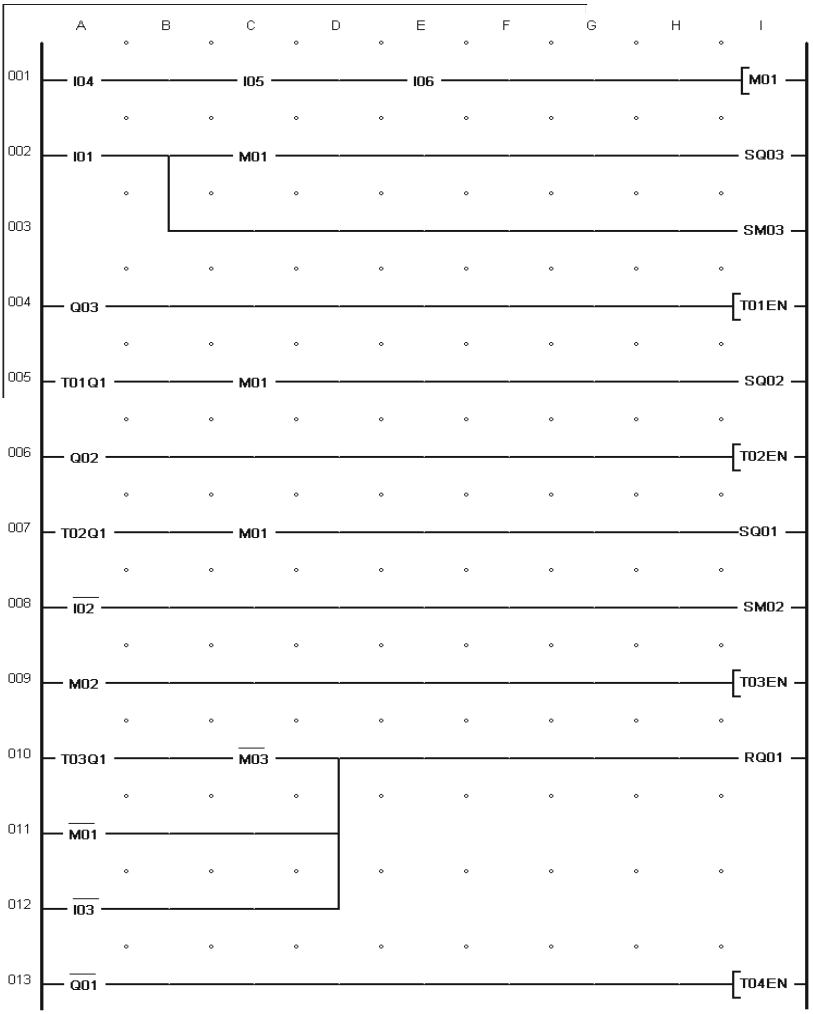


Рис. 9.37. Схема соединений №11

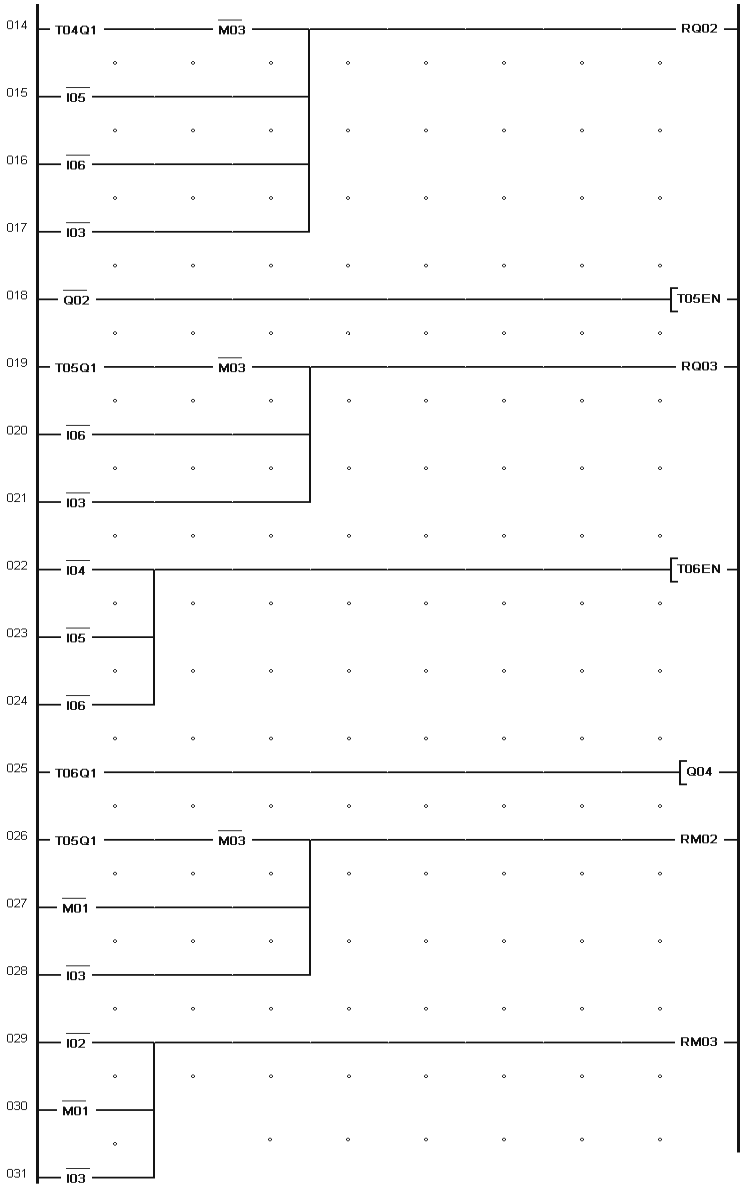


Рис. 9.37. Схема соединений №11 (продолжение)

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.37. Настроить реле T01 – T05 на режим "Задержка включения" с выдержкой 5 с, а для реле T06 установить режим „ Мигающий" с периодом 1 с.

Перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакты I1 – I6 в соответствии со схемой, приведенной на рис. 9.36. Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию выходов реле (Q). Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.** Щелкая по изображениям контактов I1 – I6 во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств включение и выключение выходов Q1 – Q4 и проанализировать их соответствие ожидаемому режиму работы конвейерных лент.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в программируемое реле. Перевести его в режим RUN, и, нажимая кнопки управления режимом работы, наблюдать на дисплее реле изменение состояния входов и выходов.

9.12 Лабораторная работа № 12. «Система циклового программного управления промышленным роботом»

Задача управления. Промышленный робота типа АМ – 3 состоит из манипулятора с пневматическим приводом звеньев и системы программного управления. Манипулятор реализован по модульному принципу и содержит такие модули (рис. 9.38): поворота, который обеспечивает движения 1-1, 1-2 реверсивные повороты руки в пределах угла 270˚; выдвижения и втягивания руки (движения 2-1, 2-2); подъема и опускания руки (движения 3-1, 3-2); реверсивного вращения руки, относительно своей оси (ротация схвата), реализовывающий движение 5-1 и 5-2; зажима и опускания детали (схват), реализовывающий движение 6-1, 6-2.

Приведение в движение всех механизмов осуществляется пневмоприводом, который состоит из следующих блоков: подготовки воздуха, распределения сжатого воздуха, исполнительных механизмов. В блоке распределения использованы пневмораспределители с управлением от электромагнитов. Исполнительные механизмы имеют штоки и поршни, помещенные в цилиндры, в которые через клапан подается сжатый воздух. Перемещение штока происходит к упорам, установленным снаружи цилиндра, которые можно переставлять в положения, определяемые требованиями технологического агрегата. У каждого упора есть конечный выключатель, который оповещает своим сигналом систему управления об окончании движения.

Электрооборудование робота включает электромагнитные пневмораспределители, датчики конечных положений механизмов подъема, горизонтального движения руки и поворота (два датчика на механизм) и герконовое реле для коммутации цепей электромагнитов.

Необходимо обеспечить управление перемещением звеньев промышленного робота типа АМ – 3 по заданному циклу: поворот вправо, выдвижение руки,

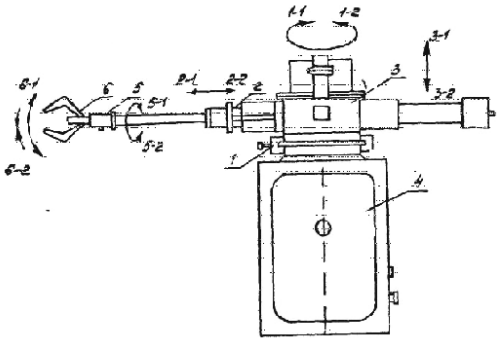


Рис. 9.38. Общий вид робота

схватывание груза, втягивание руки, поворот влево, отпускание груза. Кроме того, необходимо обеспечить визуализацию движений звеньев робота на модуле дисплея MFD-Titan.

Схема подключения. На рис. 9.39 показано подключение ко входам MFD – Titan кнопки «Пуск» SB1 и контактов конечных выключателей SQ1 – SQ4 соответственно движения вправо, движения влево вытягивания руки, втягивания руки. К выходам реле подключены катушки реле для управления электромагнитами KV1 – KV5 пневмораспределителей соответственно движения вправо, движения влево, вытягивания руки, втягивания руки, схвата.

Перечень операндов MFD – Titan:

Входы: I1 – I4 – контроль состояния контактов выключателей конечных положений; I5 – контроль состояния кнопки Пуск.

Промежуточные реле (маркеры): M1 – M6 – маркеры, необходимые для обеспечения визуализации.

Выходы: Q1 – Q4, S1 – включение и отключение электромагнитов пневмораспределителей.

Реле времени T01 создает выдержку времени между движениями робота.

Схема соединений (программа, рис. 9.40). При нажатии кнопки “Пуск”, замыкается контакт I05, активируется катушка Q01 (строка 1), замыкается выходной контакт Q1, связанный с движением вправо, и устанавливается в 1 маркер M01 (строка 2) для вывода соответствующего изображения на дисплей. Происходит поворот руки вправо до тех пор, пока не сработает конечный выключатель SQ1 и замкнётся контакт I01 (строка 3), регистрирующий достижение конечного положения. После этого деактивируется катушка Q01, размыкается контакт Q1 (строка 3), активируется катушка Q03 (строка 5) и замыкается Q3, отвечающий за движение руки вперёд, устанавливается маркер M02 для вывода на дисплей соответствующего изображения (строка 4).

После того, как рука выдвинется и сработает конечный выключатель SQ3, замыкается контакт I03 и размыкается контакт Q03, отвечающий за движение руки вперёд (строка 6). Одновременно активируется катушка S01 и замыкается контакт S1 блока расширения, отвечающий за схватывание детали (строка 7),

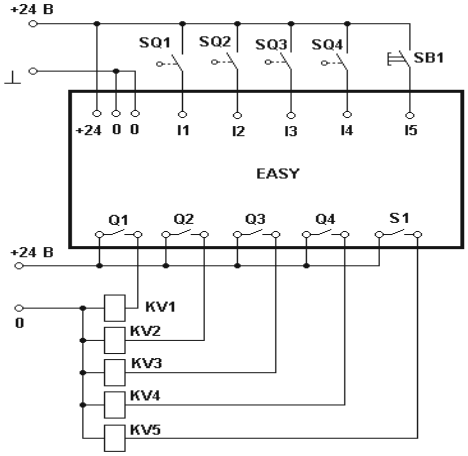


Рис. 9.39. Цепи управления реле

запускается таймер T01, организующий секундную временную задержку, необходимую для того, чтобы робот успел захватить деталь (строка 8), и устанавливается маркер M03 для смены изображения на дисплее (строка 9).

После выдержки времени реле T01 оно замыкает свой контакт T01Q1 и активирует катушку Q04 (строка 11), замыкается контакт Q4, связанный со втягивающим движением, и устанавливается маркер M04 (строка 12). Реле T01 сбрасывается (строка 10). Когда втягивающее движение достигает крайней точки, замыкается входной контакт I04 и размыкается выходной контакт Q4, организующий это движение (строка 13). Одновременно замыкается выходной контакт Q2 и начинается движение влево (строка 14), устанавливается маркер M05 (строка 15). Когда робот достигает крайнего положения, замыкается контакт I02, деактивируются катушки Q02 (строка 16) и S01 (строка 17) и устанавливается маркер M06 (строка 18).

Порядок выполнения лабораторной работы. В программе EASY-SOFT в режиме **Проект** перенести из панели инструментов в рабочую область CPU-модуль MFD-CP8-NT, модуль дисплея MFD-80-B и модуль входов и выходов MFD-RA17.

В режиме **Схема соединений** собрать схему, представленную на рис. 9.40. Настроить реле T01 на режим “Задержка включения” с выдержкой 1 с.

Перейти в режим **Имитация**. В панели инструментов во вкладке **Принцип работы I/R** установить контакты I1, I2, I3, I4, I5 как замыкающие без фиксации.

Щелчком по кнопке **Показание** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию в одном цикле управления выходов реле Q, а в другом – выходов блока расширения S. Открыть вкладку **Входы I** и включить выполнение режима **Имитация.**

Щёлкнув по изображению контакта I5 во вкладке **Входы I**, наблюдать в панели свойств включение выхода Q1. Затем, щёлкнув по изображению контакта I1, наблюдать включение выхода Q3. Замкнув контакт I3 наблюдать включение

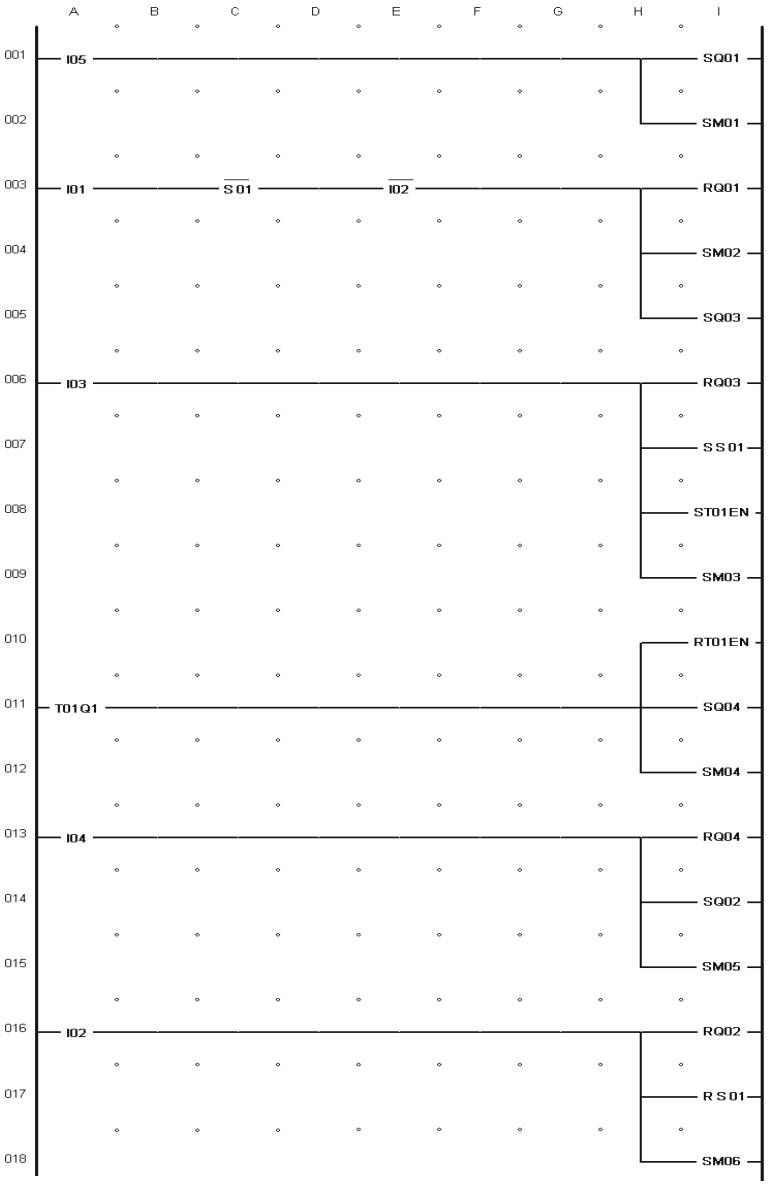


Рис. 9.40. Схема соединений №12

выхода S1 и через 1 с – выхода Q4. Затем замыканием контакта I4 отключить Q4 и включить Q2, и замыканием I2 отключить Q2 и S1.

Для того, чтобы реализовать визуализацию положения звеньев робота на дисплее, необходимо предварительно создать рисунки, соответствующие отдельным моментам работы системы, которые помечены в программе маркерами. Рисунки могут быть созданы в любом графическом редакторе и иметь любой из следующих форматов: bmp, gif, jpg, ico, tif. При выполнении лабораторной работы рекомендуется воспользоваться стандартной программой Paint. Пример выполнения рисунков показан на рис. 9.41.

После того как рисунки созданы, необходимо в программе EASY-SOFT перейти в режим **Визуализация**. Выбрав в панели инструментов элемент **Битовое изображение**, перетащить его в рабочую область. При этом будет открыто окно выбора файла изображения, в котором надо выбрать необходимый файл созданного ранее рисунка. После нажатия кнопки «**Открыть»** рисунок попадает в рабочую область, где его необходимо отмасштабировать до нужного размера. Выбрав в окне свойств вкладку **Редактор маски**, настроить желаемые свойства рисунка во вкладках **Изображение** и **Видимость** согласно таблице 9.3.

Аналогичным образом поместить в рабочую область и настроить остальные битовые изображения, придав им одинаковые размеры и расположив в рабочей области один над другим.

Перейти в режим **Имитация.** Щелчком по кнопке «**Показание»** выбрать в открывшемся меню вывод на индикацию дисплея. Запустив процесс имитации, и ещё раз последовательно выполняя цикл работы системы замыканием контактов соответствующих входов, наблюдать на экране смену изображений положений манипулятора.

Перейти в режим **Коммуникация.** Перенести программу из компьютера в MFD-Titan и установить его на стенде с роботом AM-3. Перевести MFD в режим RUN, и, нажав кнопку «**Пуск»** (SB1), наблюдать движение звеньев робота в заданной последовательности и их отображение на дисплее MFD.

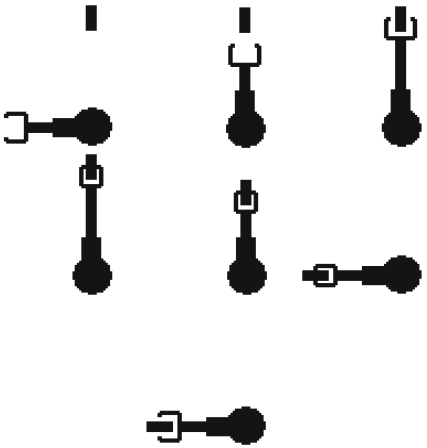


Рис. 9.41. Рисунки для визуализации

Таблица 9.3. Параметры настройки битовых изображений

Номер рисунка	Булевый операнд	Номер булевого операнда	Битовая логика	Фон
1	M - маркер	1	замыкающий	погашенный
2	M - маркер	1	размыкающий	погашенный
3	M - маркер	2	размыкающий	погашенный
4	M - маркер	3	размыкающий	погашенный
5	M - маркер	4	размыкающий	погашенный
6	M - маркер	5	размыкающий	погашенный
7	M - маркер	6	размыкающий	погашенный

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация типовых технологических процессов и установок: Учебник для вузов/ А.М. Корытин, Н.К. Петров, С.Н. Радимов, Н.К. Шапарев. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 432 с.

2. Чернов Е.А. Проектирование станочной электроавтоматики. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.

3. Application Guide. Simply easy. For the easy Control Relay/ Volker Jakobi. – Bonn: Klockner – Moeller GmbH, 1998. – 134 s.

4. Программное обеспечение EASY – SOFT Pro 6.10.

Приложение

Кнопки и комбинации кнопок программного обеспечения EASY-Soft в режимах «Проект», «Схема соединений» и «Визуализация»

Назначение	Кнопка (функциональная кнопка) / комбинация кнопок
Открыть новый проект	CTRL+N
Открыть имеющийся проект	CTRL+O
Сохранить проект	CTRL+S (в любом режиме)
Выйти из EASY-SOFT	ALT+F4
Отменить выполненное действие	CTRL+Z
Восстановить действие	CTRL+Y
Прервать действие	ESC (в режиме схемы соединений)
Вырезать	CTRL+X
Копировать	CTRL+C
Вставить	CTRL+V
Удалить	DEL
Выделить все	CTRL+A
Переход на строку схемы соединений...	CTRL+G
Найти операнд	CTRL+F
Вставить строку схемы соединений	CTRL+I
Удалить строку схемы соединений	CTRL+D
Упорядочить элементы масок	
Выравнивание по левому краю	Shift+стрелка влево
Выравнивание по правому краю	Shift+стрелка вправо
Выравнивание по верхнему краю	Shift+стрелка вверх
Выравнивание по нижнему краю	Shift+стрелка вниз
Расположить по горизонтали	Shift+CTRL+стрелка влево
Расположить по вертикали	Shift+CTRL+стрелка вниз
Наклонить по горизонтали	CTRL+H
Наклонить по вертикали	CTRL+J
Повернуть вправо	CTRL+R
Повернуть влево	CTRL+L

Комбинации кнопок для функциональных реле и функциональных блоков в схеме соединений

Операнд признак / функция		Устройство	Кнопка / комбинация кнопок
A	Аналоговые значения	easy400/500/600/700/800/MFD	a
AR	Арифметика	easy800/MFD	Shift+A+R
BC	Компаратора блока данных	easy800/MFD	Shift+B+C
BT	Перенос блока данных	easy800/MFD	Shift+B+T
BV	Булевская операция	easy800/MFD	Shift+B+V
C	Счетное реле (Counter)	easy400/500/600/700/800/MFD	C
CF	Частотный счетчик	easy800/MFD	Shift+C+F
CF	Частотный счетчик	easy800/MFD	Shift+C+F
CI	Инкрементальный шифратор	easy800/MFD	Shift+C+I
CP	Компаратор	easy800/MFD	Shift+C+P
D	Текстовое сообщение	easy600 или easy800	d
DB	Модуль данных	easy800/MFD	Shift+D+B
DC	ПИД-регулятор	easy800/MFD	Shift+D+C
FT	PT1-сглаживающий фильтр сигналов	easy800/MFD	Shift+F+T
GT	Значение, получаемое из сети NET	easy800/MFD	Shift+G+T
H	Недельный таймер	easy400/500/600/700	h
HW	Недельный таймер	easy800/MFD	Shift+H+W
HY	Годовой таймер	easy800/MFD	Shift+H+Y
JC	Условный переход (в схеме функциональных блоков)	easy800/MFD	
LB	Метка перехода (в схеме функциональных блоков)	easy800/MFD	
LS	Масштабирование значения	easy800/MFD	Shift+L+S
MR	Общий сброс	easy800/MFD	Shift+M+R
MX	Мультиплексор данных	easy800	
NC	Числовой конверторх	easy800/MFD	Shift+N+C
OT	Счётчик числа часов работы	easy800/MFD	Shift+O+T
PO	Выдача импульса	easy800	
PT	Установка значения в сети NET	easy800/MFD	Shift+P+T
PW	Широтно-импульсная модуляция	easy800/MFD	Shift+P+W
SC	Синхронизация часов устройства через сеть NET	easy800/MFD	Shift+S+C

SP	Последовательный ввод/вывод	easy800	
SR	Сдвиговый регистр	easy800/MFD	
ST	Заданное время цикла	easy800/MFD	Shift+S+T
T	Реле времени	easy400/500/600/700/800/MFD	T
TB	Функция таблиц (LIFO, FIFO)	easy800/MFD	
VC	Ограничение значения	easy800/MFD	Shift+V+C

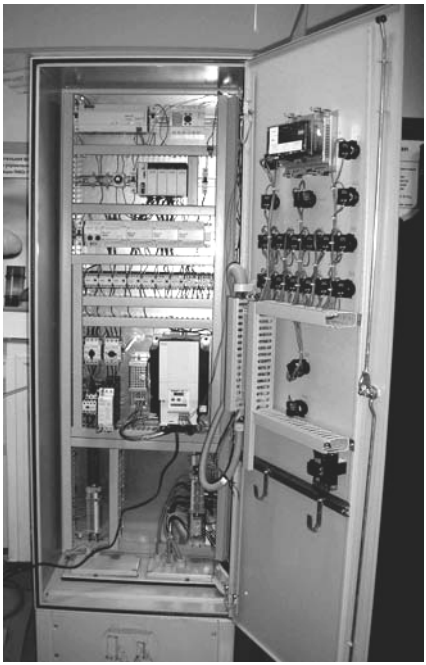
Комбинации кнопок для Булевых операндов в схеме соединений

Операнд признак / функция		Устройство	Кнопка / комбинация кнопок
I	Бит-вход	easy400/500/600/700/800/MFD	I
ID	Вход диагностики	easy800/MFD	Shift+I+D
M	маркер-бит	easy400/500/600/700/800/MFD	м
N	маркер-бит	easy500/700	N
P	P-кнопка	easy400/500/600/700/800/MFD	p
Q	Бит-выход	easy400/500/600/700/800/MFD	Q
R	Бит-вход Устройство расширения	easy600/700/800/MFD	r
RN	Бит-вход через сеть NET	easy800/MFD	Shift+R+N
S	Бит-выход Устройство расширения	easy800/MFD	s
SN	Бит-выход через сеть NET	easy800/MFD	Shift+S+N
:	Переход	easy400/500/600/700/800/MFD	:

УЧЕБНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ КОРПОРАЦИИ «MOELLER»

На кафедре электромеханических систем с компьютерным управлением Одесского национального политехнического университета немецкой электротехнической корпорацией „Moeller" создана учебная лаборатория электромеханических и электронных систем автоматизации. В лаборатории действуют пять стендов для изучения электроприводов с асинхронными двигателями и

преобразователями частоты моделей DV5, DV6. Три стенда предназначены для изучения устройств плавного пуска асинхронных двигателей модели DS4. Шесть стендов обеспечивают обучение программированию и использованию в системах автоматизации программируемых контроллеров разных типов: компактных PS4-141 и PS4-201, модульных XC-100 и PS416, а также текстовых панелей оператора MI4. На девяти стендах проводится обучение работе с электронными программируемыми реле моделей „Easy 412-DC-RC", „Easy 621-DC-TC", „Easy 820-DC-RC", и многофункциональными дисплеями „MFD-Titan". Все стенды оснащены компьютерами с процессорами Pentium4-3000, с помощью которых разрабатываются программы для контроллеров и программируемых реле с использованием программных пакетов XSoft, Sucosoft S40, EasySoft.



На базе лаборатории действуют курсы переподготовки инженерных кадров промышленных предприятий научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций по разработке и внедрению регулируемых электроприводов и средств автоматизации технологических процессов в разных отраслях промышленности.

С вопросами направления специалистов на курсы обращаться по адресу: 65044, г. Одесса, пр. Шевченко, 1, ОНПУ, кафедра ЭМСКУ, зав. каф. В.А. Водичев.
Тел. (0482) 28-84-67;
e-mail: emsku@int.ospu.odessa.ua

MOELLER

EASY

ЭТО ПРОСТО

ВОДИЧЕВ
ВЛАДИМИР
АНАТОЛЬЕВИЧ

доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой электромеханических систем с компьютерным управлением Одесского Национального политехнического университета, научный руководитель семинара «Проблемы цифрового управления вентильными электроприводами и системы оптимизации технологических процессов» научного совета Национальной академии наук Украины по комплексной проблеме «Научные основы электроэнергетики»

АНДРЮШЕНКО
ОЛЕГ АНДРЕЕВИЧ

доктор технических наук, профессор, директор института электромеханики и энергоменеджмента Одесского Национального политехнического университета, председатель Одесского областного отделения Украинской ассоциации инженеров-электриков.