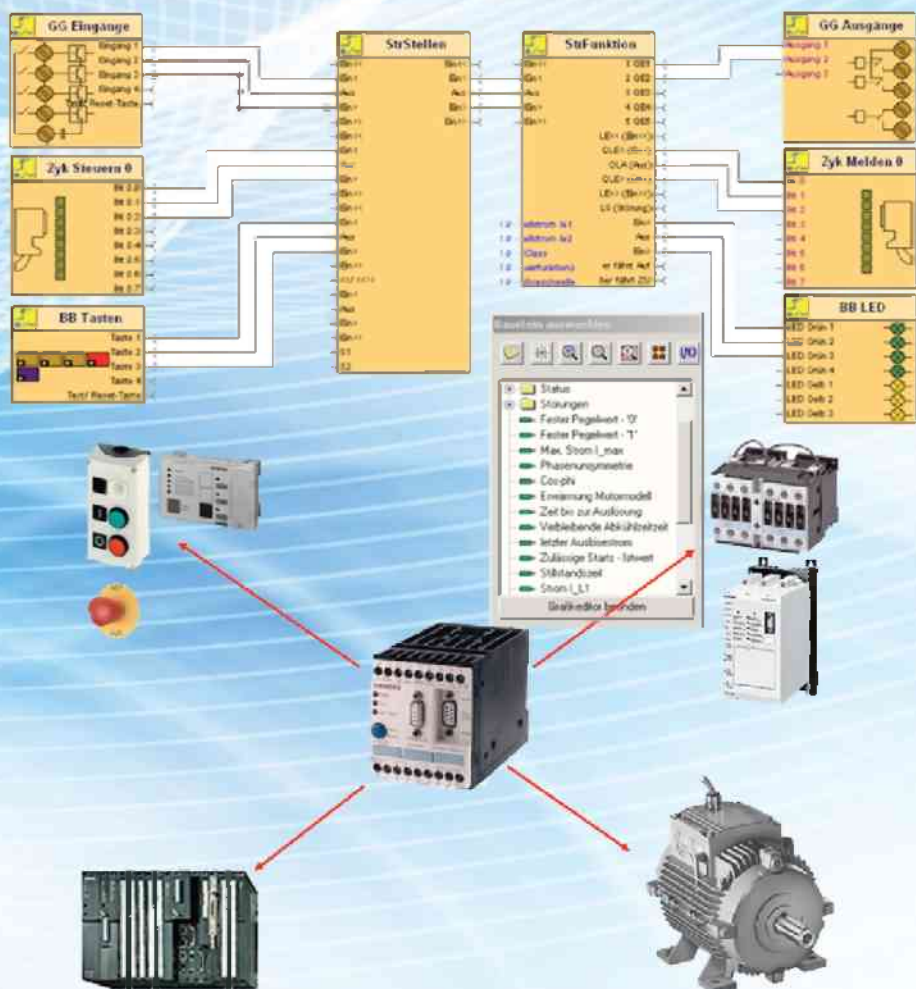


УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

Учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

Учебное пособие

*Рекомендовано Федеральным учебно-методическим объединением вузов
по сельскому, лесному и рыбному хозяйству
для использования в учебном процессе*

Москва – 2023

УДК 62-83
ББК 31.291
Е824

Рецензенты:
доктор технических наук,
ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
Л.Ю. Юферев

кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ «Национальный исследовательский университет «МЭИ»
В.В. Зажигин

Коллектив авторов:

Кабдин Н.Е., Сторчевой В.Ф., Андреев С.А., Селезнева Д.М., Белов Д.В.
Е824 Устройства защиты и управления асинхронными электродвигателями:
учебное пособие / Н.Е. Кабдин [и др.]. – М.: МЭСХ, 2023. – 124 с.
ISBN 978-5-6051060-1-2

Изложены общие сведения об устройствах защиты и управления асинхронными электродвигателями серии Simocode pro «Сименс». Рассмотрены их основные параметры, характеристики, типовые схемы применения, ввод в эксплуатацию основные этапы выбора устройств.

Для закрепления теоретических знаний представлены методические указания к лабораторным работам по исследованию устройств серии Simocode pro.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», направленность «Электрооборудование и электро-технологии», а также может быть полезно инженерно-техническим работникам научных и проектных организаций соответствующего профиля.

УДК 62-83
ББК 31.291

ISBN 978-5-6051060-1-2

© Коллектив авторов, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ SIMOCODE PRO ООО «СИМЕНС»	5
1.1. Назначение устройств Simocode pro.....	5
1.2. Функции устройств Simocode pro	8
1.3. Обзор устройств Simocode pro	15
Глава 2. УСТРОЙСТВА SIMOCODE PRO C	20
2.1. Параметры устройства Simocode pro C	20
2.2. Функциональная схема Simocode pro	23
2.3. Типовые схемы применения Simocode pro	27
Глава 3. УСТРОЙСТВА SIMOCODE PRO V	36
3.1. Параметры модулей расширения для Simocode pro V	36
3.2. Особенности использования модулей расширения	39
3.3. Типовые схемы применения Simocode pro V	50
Глава 4. СОЕДИНЕНИЕ УСТРОЙСТВ SIMOCODE PRO.....	54
4.1. Входы и выходы устройств Simocode pro	54
4.2. Соединение устройств Simocode pro	65
4.3. Ввод в эксплуатацию устройств Simocode pro	84
Глава 5. ЛОГИЧЕСКИЕ МОДУЛИ УСТРОЙСТВ SIMOCODE PRO	90
5.1. Таблицы истинности логических модулей	90
5.2. Счетчики и таймеры логических модулей	93
5.3. Энергонезависимые и другие элементы логических модулей	99
Глава 6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТРОЙСТВ SIMOCODE PRO.....	105
6.1. Программа Simocode ES	105
6.2. Параметрирование Simocode pro в программе Simocode ES	109
6.3. Описание лабораторных стендов.....	116
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	123
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	124

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие сельскохозяйственного производства базируется на повсеместном внедрении средств микроэлектроники и вычислительной техники для управления технологическими процессами с одновременным сбором и автоматизированной обработкой информации о протекании этих процессов и состоянии установленного оборудования.

Особенно актуальными являются вопросы, связанные с использованием совершенных устройств защиты для асинхронных электродвигателей от нештатных ситуаций и аварийных режимов работы. Анализ передового мирового опыта показал, что комплексное и современное техническое решение имеется у фирмы ООО «Сименс» – это аппараты *Simocode pro*, предназначенные для полной защиты электродвигателей. Они имеют возможности расширения выполняемых защитных функций, в них предусмотрена реализация элементарных логических функций для целей дискретного управления работой электродвигателей, обеспечивают сбор, обработку и передачу информации в системы управления более высокого ранга.

Фирма ООО «Сименс» выпускает устройства серии *Simocode (Simocode pro C и Simocode pro V)* для управления и защиты асинхронных электродвигателей.

Постоянно возрастающие требования к качеству и надежности систем электроавтоматики, сложность и многообразие автоматизируемых технологических процессов обуславливают необходимость применения современных технических средств и методов построения устройств защиты электродвигателей. В учебном пособии рассмотрены вопросы построения систем защиты асинхронных электроприводов стационарных сельскохозяйственных объектов и их проектирование на микропроцессорных элементах *Simocode pro*.

Цель данного учебного пособия – дать студентам практический аппарат по построению современных устройств защиты асинхронных электродвигателей от ненормируемых и аварийных режимов работы, который может использоваться на этапах курсового и дипломного проектирования. В пособии изложены общие сведения по элементам *Simocode pro*, даны описание функционального состава и принципы проектирования этих устройств, описаны общие правила работы в программной среде *Simocode ES*, основные этапы проектирования проиллюстрированы примерами.

Освоение представленного материала поможет пользователю самостоятельно работать с технической литературой, посвященной *Simocode pro*. Они получают базовые знания, достаточные для работы с каталогами, инструкциями и программами, необходимыми для проектирования современных устройств защиты для асинхронных электроприводов.

Глава 1. УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ SIMOCODE PRO ООО «СИМЕНС»

1.1. Назначение устройств Simocode pro

Аппараты Simocode pro (SIRIUS Motor Management and Control Devices) представляют собой устройства для контроля и управления двигателями с интерфейсом PROFIBUS DP. Simocode pro является дальнейшим развитием системы Simocode DP. Simocode pro – это гибкая, модульная система управления двигателями, которая объединяет в себе все функции, которые необходимы для защиты и управления асинхронными электродвигателями. Дополнительно потребуются только устройства коммутации и защиты от коротких замыканий в главной цепи (контакторы, автоматические выключатели, предохранители).

Simocode pro заменяет большую часть элементов контура управления и при этом автоматически реализует все необходимые блокировки. Она предоставляет большой объем рабочих, сервисных и диагностических данных и тем самым делает двигательный фидер более прозрачным. Он полностью интегрирует двигательный фидер через PROFIBUS DP в общую систему автоматизации.

Simocode pro по своим функциональным возможностям делится на два типа:

- Simocode pro V – многовариантная система, которая наряду со всеми функциями аппаратов Simocode pro C предлагает большой объем дополнительных функций;

- Simocode pro C – компактная система для прямого и реверсивного пуска.

В Simocode pro V интегрирован ряд программ управления двигателями для пуска по схеме звезда–треугольник, по схеме Даландера, переключателя количества полюсов, устройства плавного пуска с возможностью комбинирования их также с изменением направления вращения, а также с интеграцией схем управления клапанами или задвижками. Кроме того, Simocode pro V отличается своей гибкой модульной конструкцией.

В зависимости от потребностей его функции могут расширяться, например, можно постепенно наращивать тип и количество двоичных входов и выходов с соответствующим согласованием; модуль регистрации тока и напряжения можно использовать для дополнительного измерения напряжения и для контроля параметров нагрузки (управление энергопотреблением); один температурный модуль можно использовать для обработки нескольких аналоговых температурных датчиков; можно интегрировать контроль замыкания на землю в сочетании с суммирующим трансформатором тока; аналоговый модуль расширяет систему за счет дополнительных аналоговых входов и выходов, например, для контроля уровня наполнения или расхода.

Simocode pro C совместим с Simocode pro V. Это означает, что на одной установке можно одновременно использовать оба типа в зависимости от потребностей.

Simocode pro C и pro V защищают и управляют двигателем независимо от системы автоматизации. Даже при отказе автоматики – программируемого логического контроллера (ПЛК) или при нарушении связи двигатель остается полностью защищенным и управляемым. Simocode pro может использоваться без шины PROFIBUS DP, которую при необходимости, естественно, нетрудно подключить.

Задачи, решаемые устройствами Simocode pro, показаны на рис. 1.1. Типовые комбинации использования устройств Simocode pro приведены на рис. 1.2. В табл. 1.1 приведена информация о функциях, реализуемых устройствами Simocode pro C и pro V.



Рис. 1.1. Основные функции устройств Simocode pro

Основным преимуществом устройств Simocode pro по сравнению с другими устройствами для защиты асинхронных двигателей является наличие унифицированной электронной схемы (базовый аппарат GG1 или GG2), которая применяется для любых двигателей. В зависимости от номинального тока двигателя меняется типоразмер модуля регистрации тока (IM).

В устройствах Simocode pro предусмотрены возможности реализации не только функций защиты электродвигателей, но и управления. Команды управления могут поступать от: кнопочных станций «Пуск – Стоп»; блока управления (ВВ), размещаемого на лицевой панели силового шкафа; от систем автоматизации более высокого уровня по шине PROFIBUS DP (см. рис. 1.2).

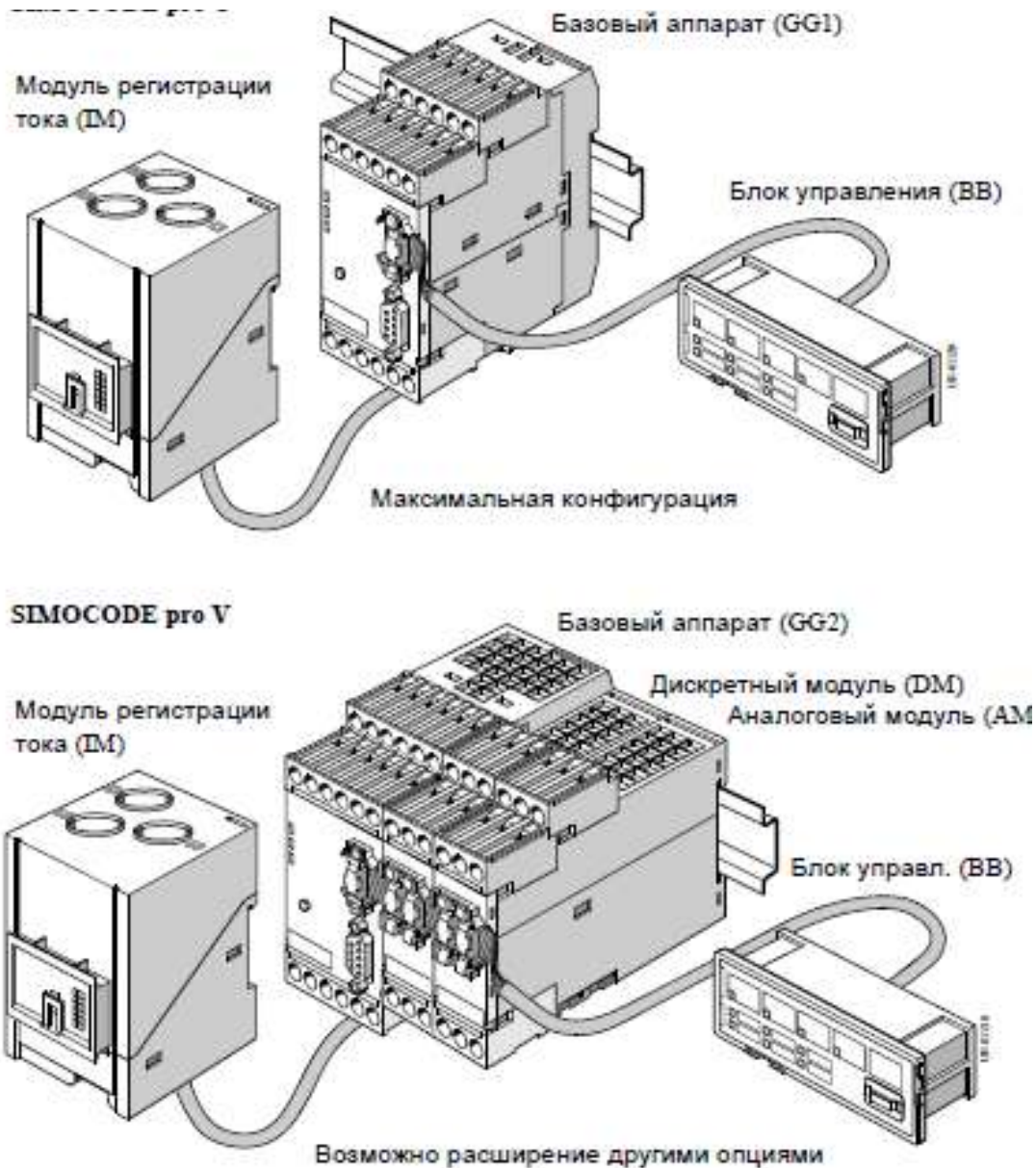


Рис. 1.2. Типовые комбинации включения Simocode pro

Таблица 1.1

Функции устройств Simocode pro C и pro V

Требования	Simocode		
	pro C	pro V	Примечание
1	2	3	4
Стандартные двигательные фидеры с функциями управления: прямым пуском, реверсивным пуском, электронным реле перегрузки	+	+	1
Контроль блокировки, асимметрия токов фаз, выпадение фазы	+	+	1
Измерение тока, контроль предельных значений тока, защита от перегрузки	+	+	1
Контроль замыкания на землю	+	+	1
Термисторная защита двигателя	+	+	

1	2	3	4
Двигательный фидер с функцией управления: пускатель звезда-треугольник, схема Даландера, переключатель количества полюсов, устройство плавного пуска (все схемы с возможностью реверсирования), клапан, задвижка	–	+	1
Сбор, обработка и вывод аналоговых данных, иногда через аналоговый модуль	–	+	2
Измерение тока и напряжения	–	+	3
Контроль минимального напряжения	–	+	3
Управление потреблением энергии, проведения анализа потребления (мощность, $\cos\phi$), контроль нагрузки	–	+	3
Использование более 4 двоичных входов (до 12)	–	+	2
Использование более 3 релейных выходов (до 7)	–	+	2
Контроль замыкания на землю с помощью внешнего суммирующего трансформатора тока	–	+	2
Двоичные входы на 110...240 В АС/DC (до 8)	–	+	2
Бистабильные релейные выходы (до 4)	–	+	2
Аналоговый контроль температуры	–	+	2

Примечания. 1. Через модуль измерения тока.

2. С помощью модулей расширения;

3. Через модули измерения тока/напряжения.

В целом устройства Simocode pro относятся к низшему уровню автоматизации и предназначены для установки рядом с электродвигателями. За счет наличия встроенного микропроцессора они способны реализовывать все необходимые функции защиты электродвигателя и при необходимости выполнять простейшие алгоритмы управления (см. табл. 1.1).

1.2. Функции устройств Simocode pro

Устройства Simocode pro имеют следующие функции:

- защитные:

- защита от перегрузки (Class 5-40);
- защита от асимметрии токов фаз;
- защита от блокировки (заклинивания) ротора;
- термисторная защита двигателя;
- защита от короткого замыкания на землю;
- контроль граничных значений тока;
- счетчик времени работы;
- счетчик времени простоя;
- счетчик количества запусков;

- расширенные:

- контроль температуры PT100/ PT1000;

- контроль напряжения;
- контроль мощности;
- контроль $\cos\varphi$;
- контроль чередования фаз;
- аналоговые входы/выходы;
- запись измеренных значений в виде графиков;

- **управляющие:**

- прямой пуск;
- реверсивный пуск;
- пуск звезда–треугольник;
- пуск звезда–треугольник с реверсивным режимом;
- двухскоростные двигатели с переключением полюсов, с реверсивным режимом;
- двухскоростные двигатели Даландера, с реверсивным режимом;
- управление задвижкой;
- управление магнитными клапанами;
- управление автоматическим выключателем;
- управление плавным пуском;
- управление плавным пуском с реверсивным режимом;

- логические блоки (таблицы истинности, счетчики, таймеры, подстройка сигналов, определители граничных значений);

- функциональные блоки (самозапуск после восстановления напряжения, аварийный пуск, внешняя ошибка).

Устройства Simocode pro позволяют в процессе работы электропривода собирать и анализировать информацию о его нагрузке, в том числе:

- *текущие данные:*

- текущее состояние двигателя (вкл., откл., влево, вправо, медленно, быстро);
- ток во всех фазах и его максимальное значение;
- напряжение во всех фазах;
- активная мощность;
- полная мощность;
- коэффициент мощности;
- асимметрия фаз;
- чередование фаз;
- время до защитного отключения;
- модель нагрева обмотки двигателя;
- остаток времени до полного охлаждения двигателя;
- температура (например, двигателя);
- аналоговый сигнал;

- *коммуникации:*

- 12 Mbps, автоопределение скорости передачи;
- синхронизация времени;
- циклический и ациклический обмен данными;

- *статистика:*

- счетчик продолжительности работы;

- счетчик продолжительности простоя;
- количество запусков;
- количество срабатываний по перегрузке;
- комментарии, хранимые в устройстве;
- продолжительность эксплуатации прибора;
- *диагностика*:
 - система предупреждений о возможности срабатывания защит, ошибок;
 - внутренний журнал ошибок со штампом времени;
 - штамп времени на событие;
 - запоминание тока при отключении по перегрузке;
 - подтверждение срабатывания пускателя по наличию/отсутствию тока.

Защита от перегрузки

Simocode pro защищает трехфазные и однофазные двигатели в соответствии с требованиями МЭК 60947-4-1. Класс расцепления имеет 8 ступеней – с 5-го до 40-го. Это позволяет очень точно согласовать время отключения с характеристикой разгона двигателя и тем самым улучшить распределение нагрузки. Дополнительно производится расчет параметра «Тепловая модель двигателя» и времени до расцепления вследствие перегрузки. Эти данные передаются в систему управления процессом. После расцепления вследствие перегрузки выводится остающееся время охлаждения. Значение тока двигателя, при котором произошло расцепление, запоминается.

Токовая уставка I_{e1} обычно определяет номинальный ток двигателя. Это значение указывается на маркировочной табличке двигателя. Оно служит базой для расчета характеристики расцепления при перегрузке.

Токовая уставка I_{e2} устанавливается всегда выше, чем I_{e1} . Диапазон – в зависимости от выбранного модуля регистрации тока. Токовая уставка I_{e2} требуется только для двигателей с 2 скоростями, чтобы обеспечить соответствующую защиту от перегрузки и при высокой частоте вращения. Диапазон – в зависимости от выбранного модуля регистрации тока.

Оба значения тока двигателя должны находиться в диапазоне уставок используемого модуля регистрации тока. В противном случае надо использовать дополнительный трансформатор тока 3UF18.

Class (класс расцепления) указывает на максимальное время расцепления, за которое Simocode pro при 7,2-кратном значении токовой уставки I_e должен отключить двигатель из холодного состояния (защита двигателя по МЭК 60947). Необходимо учесть, что при запусках $>Class 10$ в определенных случаях придется снижать допустимый ток контактора категории применения АС3, т.е. выбирать более мощный контактор.

На рис. 1.3 и 1.4 показаны классы расцепления Class 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 для различных нагрузок.

Продолжительность охлаждения – это заданный период, по истечении которого можно произвести сброс расцепителя, вызванного перегрузкой. Обычно оно составляет 5 мин. По истечении времени охлаждения происходит стирание тепловой памяти (тепловой модели двигателя).

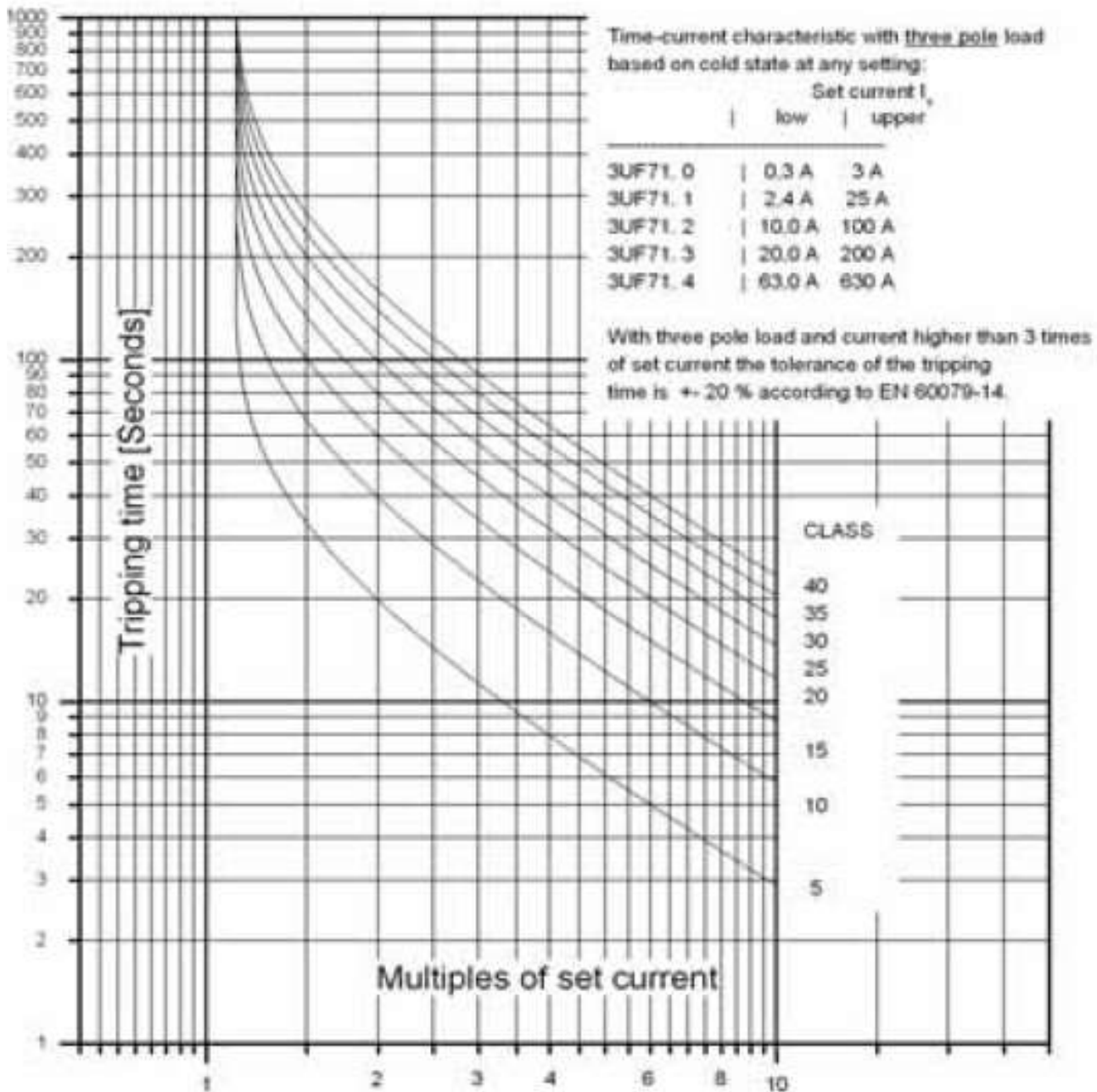


Рис. 1.3. Время-токовые характеристики расцепления Simocode pro для 3-фазной симметричной нагрузки

Продолжительность диапазона охлаждения составляет от 60 до 6553,5 с.

Тепловая модель двигателя (тепловая память): при 100 % номинального тока двигателя I_e в установившемся состоянии значение «Тепловой модели» составляет 87 % (1/1,15·100 %), а в момент расцепления при перегрузке – 100 %.

Продолжительность паузы – это уставка времени для охлаждения двигателя при рабочем отключении (кроме перегрузки). По истечении этого времени тепловая память в Simocode pro стирается и возможен новый холодный пуск. Это позволяет производить многократные запуски в коротком интервале времени. На рис. 1.5 приводится характеристика охлаждения с паузой и без паузы.

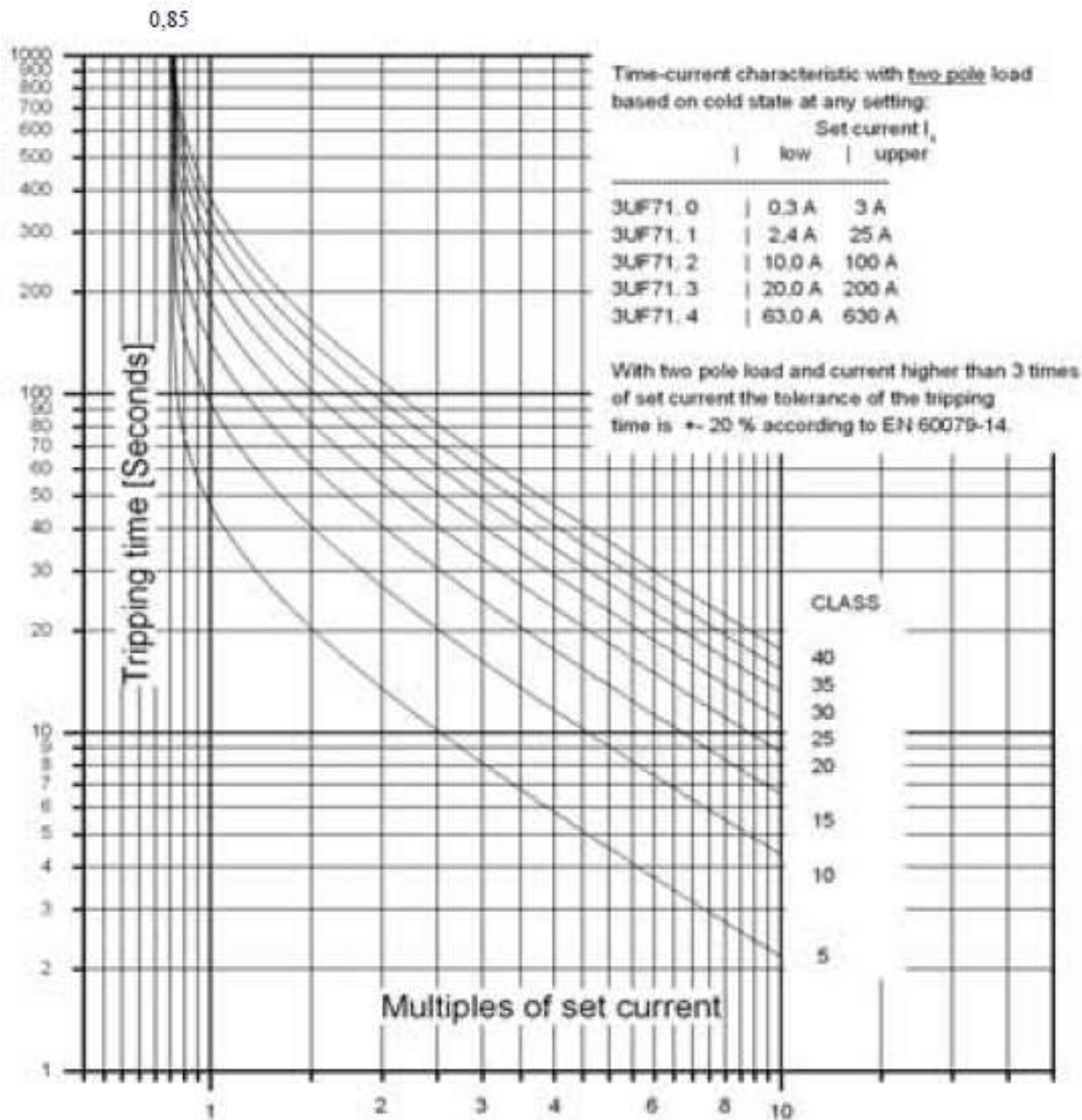


Рис. 1.4. Время-токовые характеристики расцепления Simocode pro для 2-фазной нагрузки

Пользователь может сам выбрать, какого потребителя (1- или 3-фазного) должен защищать устройство Simocode pro. При типе нагрузки «1-фазная» принимаются следующие меры: отключается внутренний контроль за замыканием на землю и защита от асимметрии; через проходной трансформатор модуля регистрации тока пропускается только один из двух проводов. Контроль выпадения фаз отключается автоматически. Пауза составляет от 0 до 6553,5 с. Тип нагрузки: 1-фазная, 3-фазная.

Параметром «Задержка» устанавливается отрезок времени, в течение которого должно иметь место длительное превышение предупредительного порога ($1,15I_e$), прежде чем Simocode pro выполнит нужные действия. В противном случае никакой реакции не будет. При выпадении фаз или перекосе $>50\%$ – это предупреждение выдается примерно уже при $0,85I_e$.

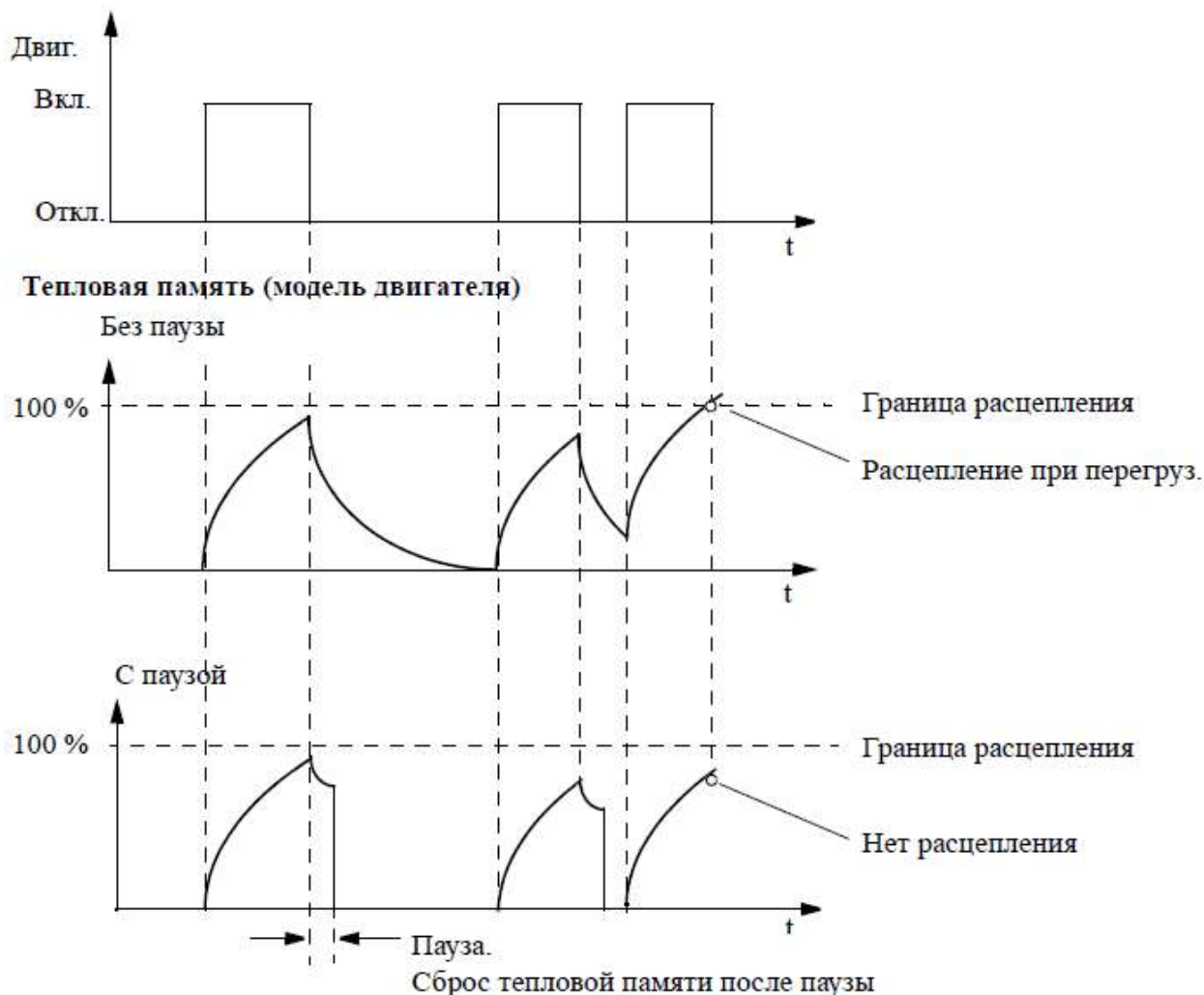


Рис. 1.5. Характеристика охлаждения с паузой и без паузы

При установке параметра «Сброс» на «Авт.» аварии типа «перегрузка», «перегрузка + асимметрия» и «термистор» квитуются автоматически: если истекло время охлаждения; если параметр термистора снизился до предписанного значения обратного включения.

При установке параметра «Сброс» на «Ручн.» аварии квитуются подачей сигнала сброса: через кнопку «Сброс» на базовом аппарате; через кнопку «Сброс» на блоке управления; стандартными функциями «Сброс». Для этого входы «вход сброса» (штекер) должны быть логически связаны с соответствующими разъемами, например, при сбросе через шину: Сброс – ручной, автоматический.

Защита от асимметрии токов фаз

Степень асимметрии токов фаз можно контролировать и данные передавать в систему управления. Порог асимметрии должен быть превышен в течение установленной выдержки времени, прежде чем Simocode pro выполнит нужные действия. В противном случае никакой реакции не наблюдается. Можно устанавливать порог асимметрии, на превышение которого должен реагировать Simocode pro.

При превышении установленного предельного значения после задержки может быть вызвана определенная реакция. При асимметрии токов фаз более

50 % дополнительно происходит автоматическое сокращение времени срабатывания согласно характеристике перегрузки, вызванное повышенным теплообразованием в двигателе.

Поведение (реакция) – можно выбрать действия **Simocode pro** при асимметрии фаз (отключение, сигнализация).

Защита от блокировки ротора

На случай подъема тока двигателя выше установленного порога (токовый порог) в **Simocode pro** можно ввести параметры определенного поведения с выдержкой времени. Независимо от защиты от перегрузки это позволит, например, произвести быстрое отключение двигателя. Защита от блокировки ротора активизируется только по истечении времени, предусмотренного классом расцепления, например, при Class 10 – через 10 с, что предотвращает излишне высокие тепловые и механические нагрузки, а следовательно, преждевременное старение двигателя.

При превышении порога блокировки **Simocode pro** реагирует соответственно заданному поведению. Диапазон регулировки порога составляет от 0 до 1020 % от I_e .

Параметром «задержка» задается период времени, в течение которого должно иметь место длительное превышение порога блокировки, прежде чем **Simocode pro** выполнит нужные действия. В противном случае никакой реакции не будет.

Термисторная защита

Термисторная защита базируется на прямом измерении температуры в двигателе с помощью двоичных термисторов РТС (позисторов), которые могут подключаться к базовому аппарату 1 (GG1) или к базовому аппарату 2 (GG2).

Термисторная защита применяется: в двигателях с высокой частотой коммутации; с частотными преобразователями; в повторно-кратковременном и или тормозном режиме работы электродвигателя; при затрудненной подаче воздуха для охлаждения двигателя; при частоте вращения электродвигателя ниже номинальной.

Таблица 1.2

Поведение функционального блока «Термисторная защита, двоичная»

Реакция	Порог срабатывания	Сбой датчика
Отключено	–	X
Сигнал	X	X
Предупреждение	X	X(d)
Отключение	X(d)	X

Термисторы встраиваются в пазы обмоток или в подшипник двигателя. Сопротивление термистора при достижении предельной температуры резко (скачком) возрастает. При перегреве электродвигателя можно выбрать реакцию **Simocode pro** на превышение температурного порога срабатывания. В двигателях взрывобезопасного исполнения EEx реакция должна устанавливаться на «отключение». Сбой в цепи датчика температуры определяет поведение **Simocode pro** в

случае короткого замыкания или обрыва проводов, подключенных к датчику. В табл. 1.2 описано срабатывание устройства Simocode pro при работе термисторного датчика.

1.3. Обзор устройств Simocode pro

Система реверсивного управления и защиты электродвигателя, построенная на Simocode pro C, показана на рис. 1.6:

базовый аппарат (GG1), модуль регистрации тока (IM) и панель оператора (BB), поставляемая опционально. Для защиты электродвигателя используются плавкие вставки (Q1). Для включения-отключения электродвигателя применены магнитные пускатели (K1, K2), подключенные к базовому аппарату. Управление работой электродвигателя осуществляется кнопками (Ein< – влево, Aus – стоп, Ein> – вправо, Fern – возврат при перегрузке) или с панели оператора (BB).

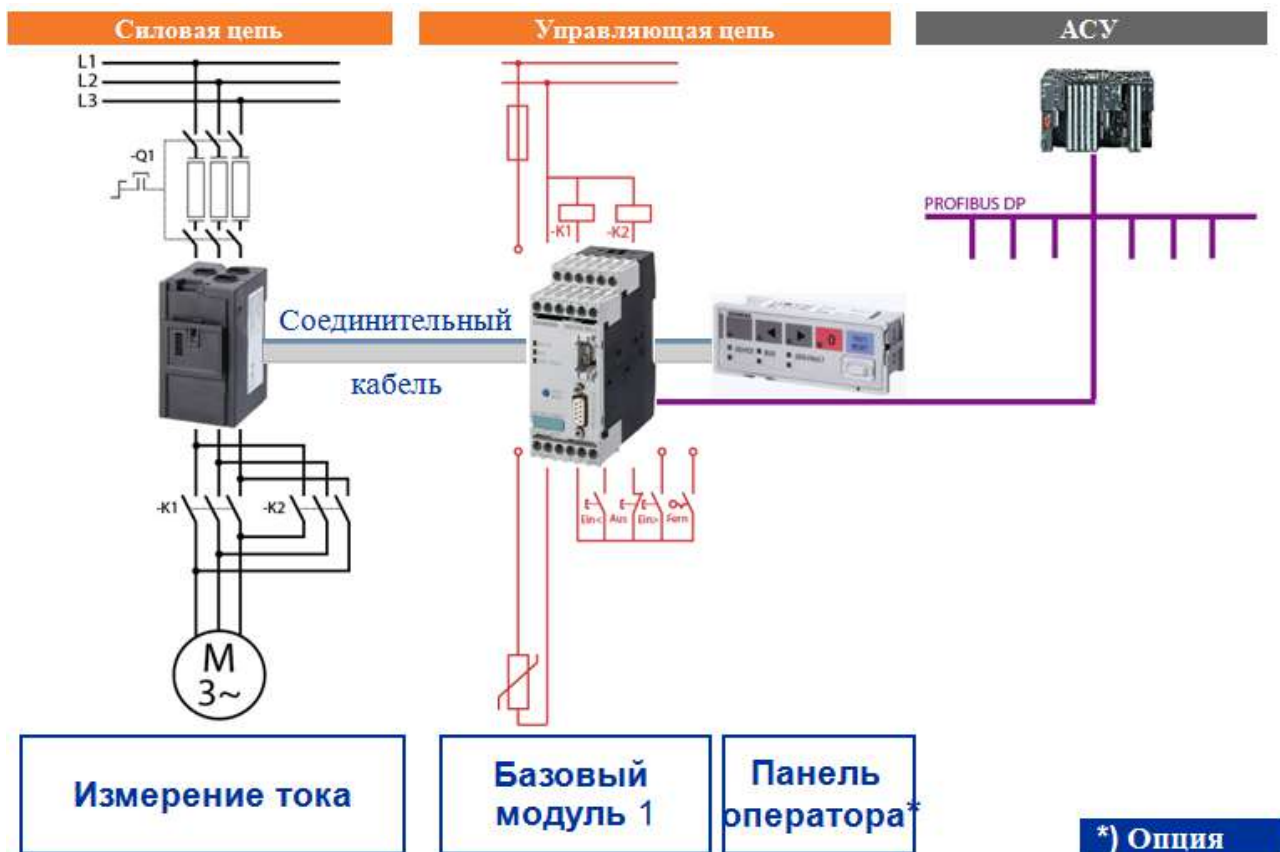


Рис. 1.6. Система управления Simocode pro C

Система реверсивного управления и защиты электродвигателя, построенная на Simocode pro V, показана на рис. 1.7. На нем показаны базовый аппарат (GG2), модуль регистрации тока (IM) и панель оператора (BB), поставляемая опционально. Для защиты электродвигателя используются плавкие вставки (Q1). Для включения-отключения электродвигателя применены магнитные пускатели (K1, K2), подключенные к базовому аппарату. Управление работой электродвигателя осуществляется кнопками (Ein< – влево, Aus – стоп, Ein> – вправо, Fern – возврат при перегрузке) или с панели оператора (BB).

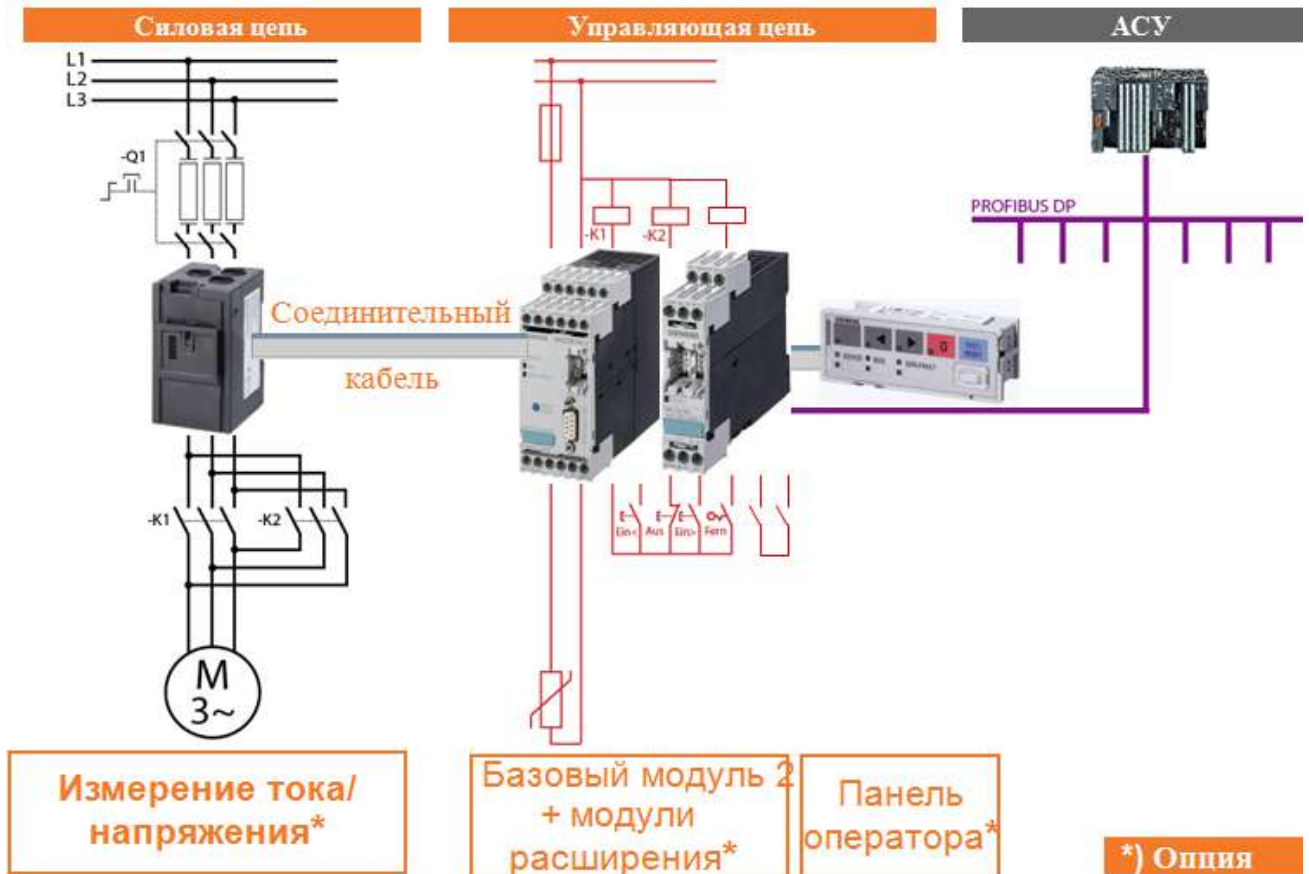


Рис. 1.7. Система управления Simocode pro V

В качестве модулей расширения, поставляемых опционально, могут быть использованы до 5 одновременно подключаемых устройств: модуль для контроля температуры, аналоговый модуль, цифровой модуль, модуль для защиты от короткого замыкания на землю. В отличие от схемы с Simocode pro C для Simocode pro V вместо модуля регистрации тока может применяться модуль регистрации тока и напряжения (UM), поставляемый опционально.

Варианты сравнения различных комплектаций устройств Simocode pro приведены на рисунке 1.8. В зависимости от типа аппарата Simocode pro имеются параметризуемые функции управления, приведенные в табл. 1.3.

Стандартными функциями называются заранее определенные функции, которые достаточно просто активизировать. Например, поочередный запуск приводов после восстановления питания. Simocode pro имеет стандартные функции, приведенные в табл. 1.4.

Если возникнет необходимость в других дополнительных функциях, то для этих целей можно использовать свободно программируемые блоки логики. С их помощью, к примеру, реализуются логические связи, функции реле времени и счетчика. Кроме того, через сигнализаторы предельных значений в Simocode pro каждый параметр можно контролировать на выход за нижний или верхний установленный предел. В зависимости от типа аппаратов в системе предусмотрен большой объем свободно параметризуемых блоков логики (табл. 1.5).

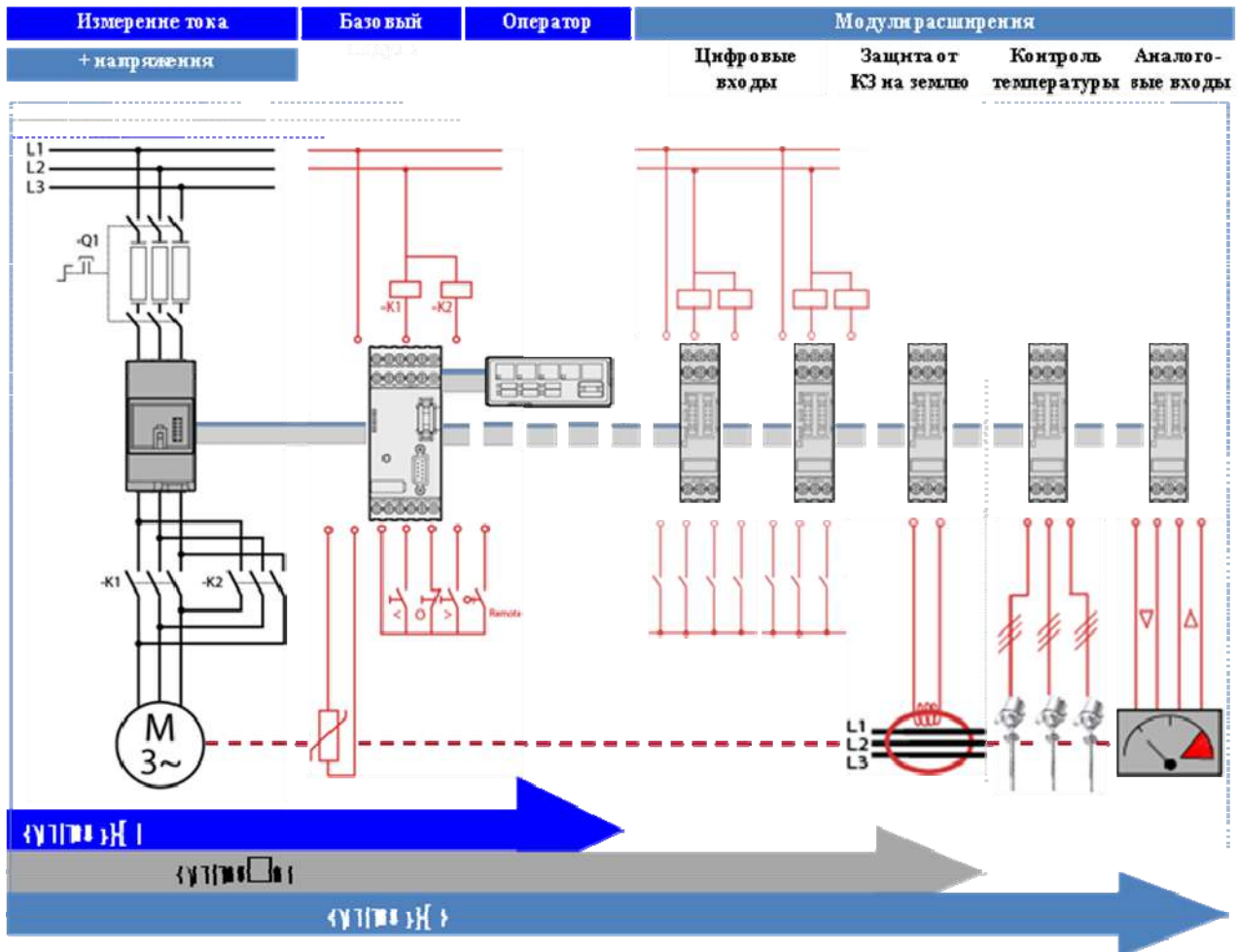


Рис. 1.8. Сравнения устройств Simocode pro

Принадлежности для устройств Simocode pro, приведены в табл. 1.6. Обзор компонентов и аппаратов системы Simocode pro приведен в табл. 1.7.

Таблица 1.3

Параметрируемые функции управления Simocode pro

Функции управления	Simocode		
	pro C	pro V	Примечание
Реле перегрузки	+	+	1
Прямой пускатель	+	+	1
Реверсивный пускатель	+	+	1
Автоматический выключатель	+	+	1
Пускатель «звезда-треугольник»	–	+	2
Схема Даландера,	–	+	2
Переключатель числа пар полюсов	–	+	2
Устройства плавного пуска	–	+	2
Клапаны	–	+	–
Задвижки	–	+	–

Примечания. 1. При дополнительных требованиях (например, измерение мощности) может возникнуть необходимость в базовом аппарате GG2.

2. Комбинируемые с реверсированием.

Стандартные функции Simocode pro

Стандартная функция	Simocode	
	pro C	pro V
Тест	2	2
Сброс	3	3
Подтверждение положения теста	1	1
Внешние сбои	4	6
Режим «защита ОТКЛ.»	–	1
Контроль выпадения сети	–	1
Аварийный пуск	1	1
Сторожевая схема	1	1
Штамп времени	–	1

Таблица 1.5

Свободно программируемые блоки логики Simocode pro

Блоки логики	Simocode	
	pro C (число)	pro V (число)
Таблицы истинности 3 входа / 1 выход	3	6
Таблицы истинности 2 входа / 1 выход	–	2
Таблицы истинности 5 входов / 2 выхода	–	1
Таймеры	2	4
Счетчики	2	4
Согласование сигналов	2	4
Энергонезависимые элементы	2	4
Мигание	3	3
Мерцание	3	3
Сигнализаторы предельных значений	–	4

Таблица 1.6

Принадлежности для Simocode pro

Подключаемые компоненты системы	Simocode		Назначение
	pro C	pro V	
Соединительный кабель 4 шт. разной длины от 0,025 м до 2 м	+		Соединение компонентов системы через системные интерфейсы
Заглушки для интерфейсов	+		Закрывание неиспользуемых разъемов
Модуль ЗУ	+		Сохранение параметров и их перенос без ПК
Втычной адресатор	+		Настройка адреса PROFIDUS DP без ПК
Кабель ПК	+		Соединение с ПК
Дверной адаптер	+		Только вывод системного интерфейса

Компоненты и аппараты системы Simocode pro

Подключаемые компоненты системы	Simocode		Назначение
	pro C	pro V	
Панель оператора (BB)	+	+	Установка в двери электрошкафа
Модули регистрации тока (IM): 0,3...3 А; 2,5...25 А; 10...100 А	+	+	Регистрация тока с помощью проходного трансформатора
Модули регистрации тока (IM): 20...200 А	+	+	Регистрация тока с помощью проходного трансформатора или подключения к шинам
Модули регистрации тока (IM): 63...630 А	+	+	Регистрация тока с помощью подключения к шинам
Модули регистрации тока и напряжения (UM): 0,3...3 А; 2,5...25 А; 10...100 А; 20...200 А; 63...630 А	–	+	Монтаж только рядом с базовым аппаратом, в остальном – как модули регистрации тока. Дополнительно регистрация: напряжения, мощности, чередования фаз, cosφ
Цифровые модули входов/выходов (DM): 24 В DC, 110...240 В AC/DC	–	+	Дополнительные двоичные входы и выходы, используется не более 2 DM
Аналоговый модуль (AM)	–	+	Ввод/вывод аналоговых значений, используется не более 1 AM
Модуль замыкания на землю (EM)	–	+	Подключение внешнего суммирующего трансформатора тока
Температурный модуль (TM)	–	+	Контроль температуры через дополнительные датчики, используется не более 1 TM

Глава 2. УСТРОЙСТВА SIMOCODE PRO C

2.1. Параметры устройства Simocode pro C

Simocode pro – это гибкая, модульная система контроля для низковольтных двигателей с постоянной частотой вращения. Она оптимизирует связь между системой автоматизации и фидером двигателя, повышает коэффициент готовности оборудования и одновременно дает существенную экономию при сооружении, вводе в эксплуатацию, работе и обслуживании установки.

Simocode pro в составе низковольтного распределительного устройства играет роль интеллектуального связующего звена между верхней системой автоматизации и фидером двигателя, объединяя в себе: многофункциональную полную электронную защиту двигателя, автономную от системы автоматизации, гибкое программное обеспечение вместо аппаратного для управления двигателем, подробные эксплуатационные, сервисные и диагностические данные, открытую коммуникацию через стандартную информационную полевую шину PROFIBUS DP.

Пакет программ SIMOCODE ES служит для параметрирования, ввода в эксплуатацию и диагностики Simocode pro.

Общие преимущества для пользователя:

- привязка всего фидера двигателя через шину к системе управления процессом значительно сокращает объем кабельных соединений между фидером и ПЛК;
- децентрализация автоматизированных процессов через проектируемые функции управления и контроля в фидере экономит ресурсы в системе автоматизации и гарантирует полную работоспособность и защиту пусковой сборки даже при выходе из строя системы верхнего уровня или информационной шины;
- благодаря регистрации и контролю эксплуатационных, сервисных и диагностических данных в фидере и в системе управления процессом повышается коэффициент готовности оборудования и комфортность выполнения ремонтных и сервисных работ на пусковой сборке;
- высокая степень модульности позволяет воплощать в жизнь индивидуальные требования к каждому фидеру двигателя.

Система Simocode pro предлагает функционально классифицированные и компактные решения для любых применений.

Замена аппаратов управления программным обеспечением сокращает объем необходимых компонентов в аппаратной части и проводных соединений, сокращая тем самым расходы на содержание склада и возможные ошибки при монтаже.

Применение полной электронной защиты двигателя повышает эффективность использования двигателей и гарантирует высокую долговременную стабильность характеристик срабатывания на протяжении многих лет.

Благодаря Simocode pro отпадает большой объем дополнительного аппаратного обеспечения и соединений в контуре управления, что в итоге гарантирует высокую степень стандартизации структуры и электрических схем управления электродвигателями.

Simocode pro предоставляет множество эксплуатационных, сервисных и диагностических данных и помогает своевременно распознавать намечающиеся

сбои и превентивно предотвращать их. В случае аварии диагностика причин, локализация и устранение неисправности происходят в кратчайшие сроки, что исключает простой оборудования или сводит их к минимуму.

Simocode pro оснащен встроенным интерфейсом PROFIBUS DP (разъем SUB&D или клеммник) и, таким образом, может заменить все отдельные проводные соединения, включая переключатели, которые обычно нужны для обмена данными с системой автоматизации верхнего уровня, одним двухжильным проводом.

Simocode pro поддерживает также: скорость передачи данных (Бод) до 12 Мбит/с; автоматическое распознавание скорости передачи данных; коммуникацию с количеством мастеров до 3; синхронизацию времени через PROFIBUS; циклический режим (DPV0) и ациклический режим (DPV1).

Simocode pro широко используется в автоматизированных процессах, где простой оборудования связаны с очень большими потерями (например, в системах управления микроклиматом, линиях доения и обработки молока) и где большое значение имеет предотвращение или быстрая локализация аварии на основе подробных эксплуатационных, сервисных и диагностических данных. Он создан как модульное компактное устройство специально для центров управления двигателями в непрерывных технологических процессах.

Области применения Simocode pro: защита и управление двигателями; при тяжелых условиях пуска (сельское хозяйство, металлургическая промышленность, водное хозяйство); на установках с высоким коэффициентом готовности (химия, нефтепереработка, электростанции).

Simocode pro C имеет базовый модуль GG1 (рис. 2.1), содержащий:

- интерфейс PROFIBUS DP, 12 Мбит/с, RS 485;
- 4 входных и 3 выходных свободно параметризуемых контактов, вход для подключения термистора, моностабильные релейные выходы;
- номинальное напряжение питания управления U_s – DC24В А, AC/DC 110...240 В.

Модули измерения тока – проходные трансформаторы с диапазоном измерения: 0,3...3 А; 2,4...25 А; 10...100 А; 20...200 А; 63...630 А.

Панель оператора – для установки в двери шкафа или на лицевой панели с подключением к базовому аппарату, с LED для индикации состояния и параметризуемые кнопки для ручного управления.

Соединительные кабели – длиной до 2 м, для подключения модуля измерения тока и панели оператора к базовому модулю.

Simocode pro C – это компактная система: для прямого пуска и реверсивного пуска электродвигателя. Она используется до 80 % всех применений.

Для реализации полноценного управления, контроля и предварительной обработки сигналов используются различные средства. Подразумевается наличие или подключение следующих компонентов: реле перегрузки, устройств обработки сигналов термисторов, трансформаторов тока, цифро-аналоговых преобразователей, монтаж контура управления, подключение аппаратов для подачи команд «Пуск–Стоп», обеспечение через вспомогательные выключатели самоподхвата контактора, обеспечение блокировок.

- отпадает необходимость в дополнительных реле перегрузки, аппаратах обработки сигналов термистора, трансформаторах тока, цифро-аналоговых преобразователях;
- упрощается монтаж контура управления (блокировок);
- выключатели «Пуск» и «Стоп» соединяются непосредственно с входами базового аппарата Simocode pro C;
- катушка контактора К1 управляется через выход базового аппарата, вспомогательный контакт для самоподхвата отпадает.

На рис. 2.3 показана схема управления с Simocode pro C.

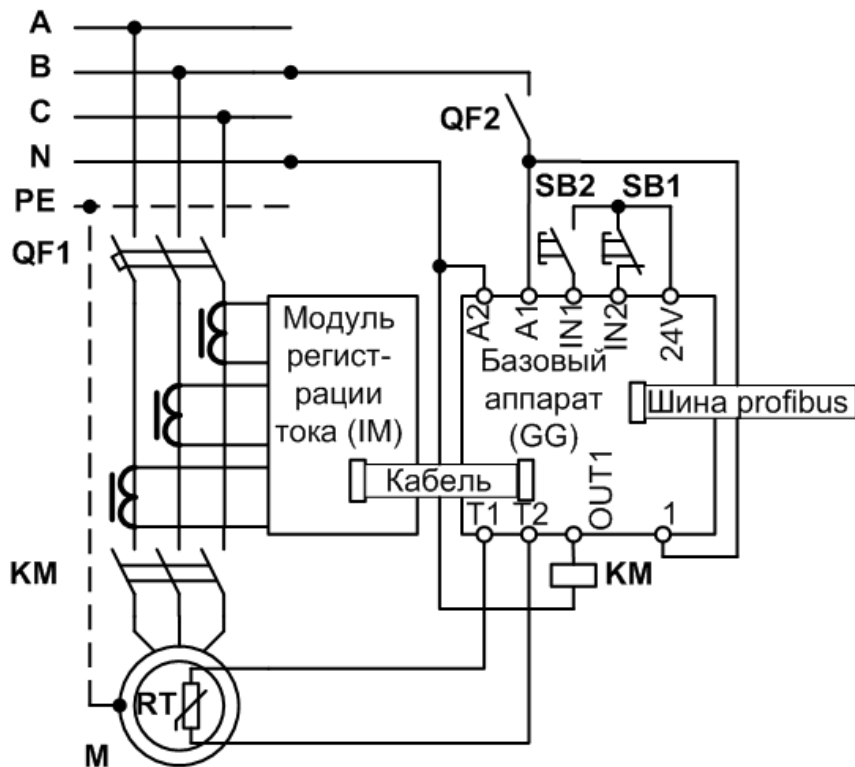


Рис. 2.3. Схема прямого пуска для асинхронного электродвигателя с применением Simocode pro C

Сравнение схем, приведенных на рис. 2.2 и 2.3, наглядно показывает выигрыш использования устройства Simocode pro C по сравнению с традиционной схемой прямого пуска, особенно если необходимо реализовать дистанционный контроль, сбор и обработку информации о режимах работы электродвигателя.

2.2. Функциональная схема Simocode pro

Базовые модули Simocode pro C (GG1) и pro V (GG2) имеют одни и те же размеры, а так же одинаковую аппаратную часть (рис. 2.4). Модуль Simocode pro C имеет меньшее количество разъемов для подключения внешних устройств, за счет этого он дешевле модуля Simocode pro V.

Штекеры и гнезда функциональных блоков, показанные на схеме, при поставке с завода не связаны с цифровыми входами и релейными выходами базового аппарата. Внутренние соединения определяются конкретным использованием. Эти соединения не выполняются физически пользователем, они реализуются при программировании базового модуля, т.е. при параметрировании устройства.

При условии подключения внешних соединений (кнопки, катушки пускателей, датчики и др.), но до параметрирования Simocode pro, если нажать на любую кнопку управления, то контакторы не изменят своего состояния. Если через программу SIMOCODE ES выбран и загружен в коммутационный аппарат алгоритм управления, то тем самым в базовом аппарате устанавливаются все необходимые связи и блокировки для входных и выходных контактов, т.е. он готов к работе.

Основные функции базового модуля Simocode pro показаны на рис. 2.5. Технические данные базовых модулей Simocode pro приведены в табл. 2.1, модулей измерения тока – в табл. 2.2, панели оператора – в табл. 2.3.

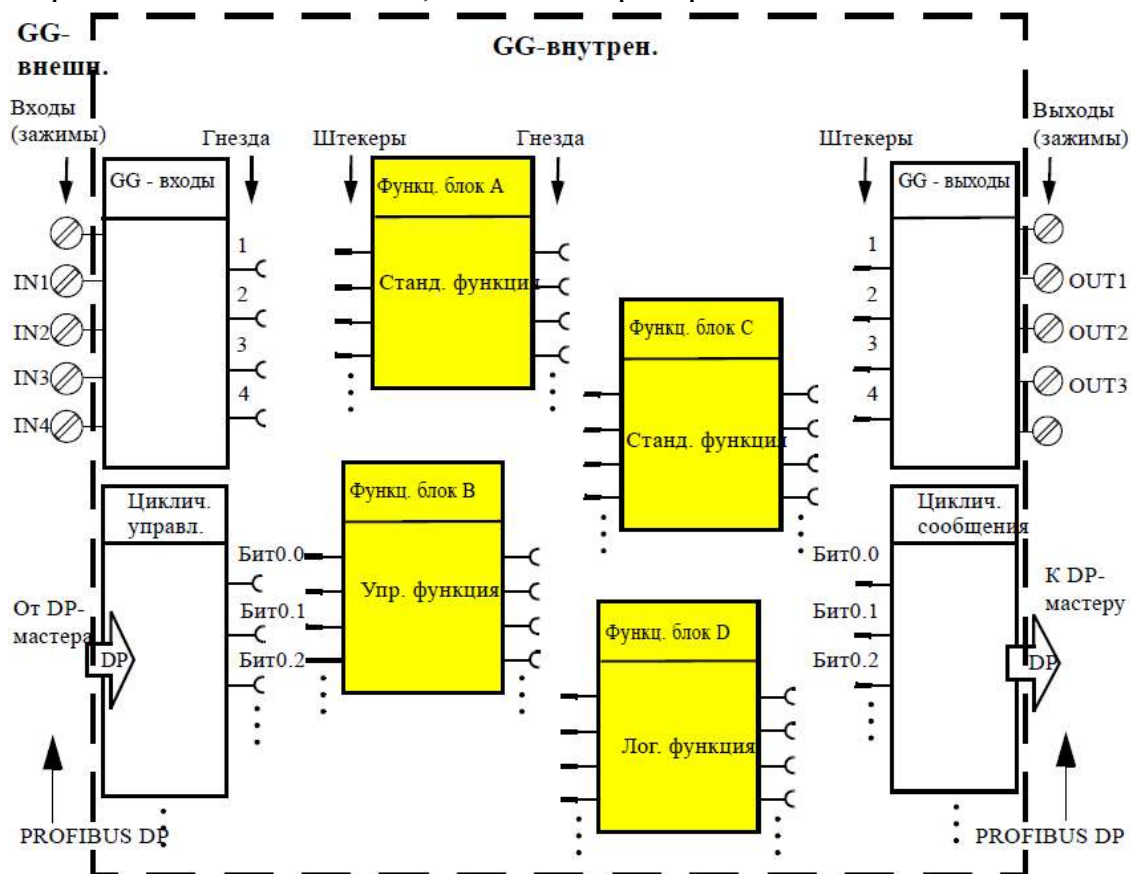


Рис. 2.4. Функциональная схема базового модуля Simocode pro

Таблица 2.1

Технические данные базового модуля Simocode pro

Наименование	Пояснения
1	2
Крепление	Защелками на 35 мм DIN рейке, винтами
Индикация: красные / зеленые LED «DEVICE»	Зеленый, готов к работе; красный, отрицательный результат теста, аппарат заблокирован;
зеленые LED «BUS»	ОТКЛ., нет управляющего напряжения Постоянное свечение, коммуникация с ПЛК; мигание, скорость передачи установл./коммуникация с ПК;
красные LED «GEN. FAULT»	Постоянное свечение/мигание, сбой фидера, например из-за перегрузки

1	2
Кнопка «TEST/RESET»	Сброс аппарата после расцепления; проверка функций (самотестирование); обслуживание от ЗУ, втычного адресатора
Системные интерфейсы:	
фронтальные	Подключение панели оператора, модулей расширения или кабеля ПК для параметрирования;
нижние	Подключение модулей регистрации тока или тока / напряжения
Интерфейс PROFIBUS DP: физический интерфейс техника подключения	RS 485; 9 полюсный разъем SUB-D или через клеммы
Номинальное напряжение управления U_s	AC/DC 110...240 В, DC 24 В
Рабочий диапазон	$(0,85...1,1)U_s$ $(0,8...1,2)U_s$
Потребляемая мощность: базовый аппарат 1	7 ВА 5 Вт
базовый аппарат 2	10 ВА 7 Вт
Номинальное напряжение изоляции U_i	300 В (при степени загрязнения 3)
Номинальная импульсная прочность U_{imp}	4 кВ
Релейные выходы: количество блок-контакты 3 релейных выходов защита от КЗ выходов номинальный длительный ток номинальная коммутационная способность	3 моностабильных релейных выхода НО, из них 2 групповых и 1 отдельный со свободным присвоением функций Предохранители на ток 6 А, быстродействующие предохранители 10 А, автомат 1,6 А с характеристикой С, автомат 6А с характеристикой С 5 А, 6 А при максимальной температуре +50 °С AC-15 6А/AC 24 В 6А/AC 120 В 3А/AC 230 В DC-13 2А/DC 24 В 0,55А/DC 60 В 0,25А/DC 125 В
Входы (двоичные) DC 24В	4 с собственным питанием (DC 24 В), групповые для регистрации сигналов и со свободным присвоением функций управления
длина проводов	300 м
Термисторная защита: суммарное сопротивление значение срабатывания значение возврата длина проводов	$\leq 1,5$ кОм 3,4...3,8 кОм 1...1,65 кОм 2×250 м сечением 2,5 мм ² , 2×150 м сечением 1,5 мм ² , 2×50 м сечением 0,5 мм ²

Технические данные модулей регистрации Simocode pro

Наименование	Пояснения	
Крепление: уставка тока 0,3...3 А; 2,5...25 А; 10...100 А уставка тока 20...200А уставка тока 63...630 А	Защелками на 35 мм монтажной DIN рейке или винтами с помощью втычных лапок Защелками на 35 мм монтажной DIN рейке, винтами на плате или непосредственно на контакторе Винтами на плате или на контакторе	
Системный интерфейс	Для подключения к базовому аппарату	
Главная цепь: уставка тока номинальное напряжение изоляции Номинальная импульсная прочность точность регистрации тока точность регистрации напр. точность измерения cosφ точность регистрации полной мощности	0,3...3 А 3UF71.0 0,25...25 А 3UF71.1 10...100А 3UF71.2	20...200 А 3UF71.3 63...630 А 3UF71.4
	690 В	1000 В
	6 кВ	8 кВ
		±3 % ±3 % ±5 % ±5 %
Проходное отверстие: уставка тока 0,3...3 А; 2,5...25 А уставка тока 10...100 А уставка тока 20...200А	Диаметр 7,5 мм 14 мм 25 мм	

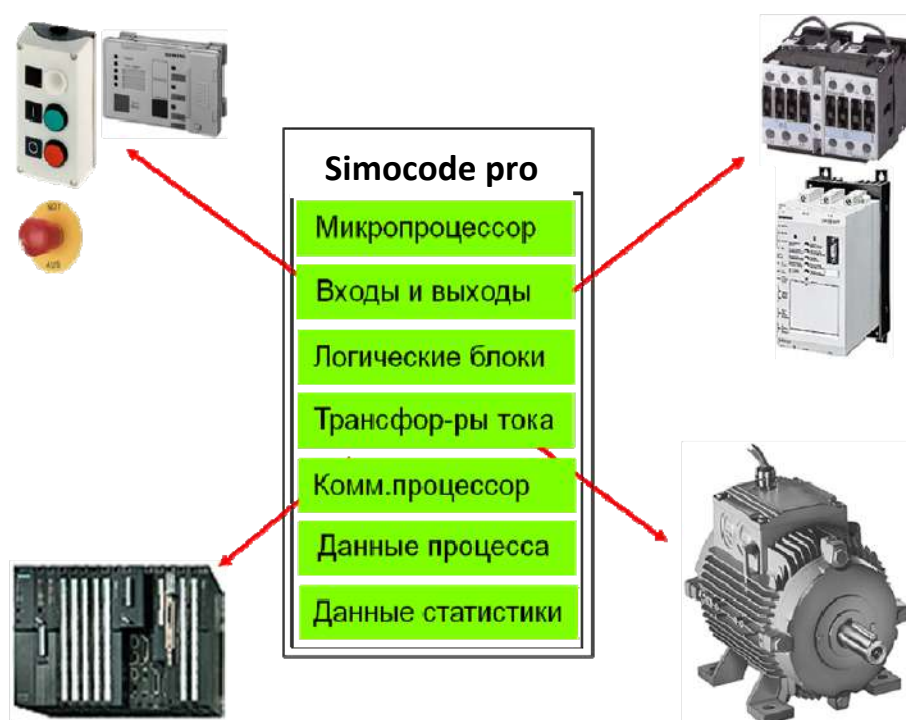


Рис. 2.5. Основные функции базового модуля Simocode pro

Технические данные панели оператора Simocode pro

Наименование	Пояснения
Крепление	На двери электрошкафа или лицевой панели
Индикация: красные / зеленые LED «DEVICE» зеленые LED «BUS» красные LED «GEN. FAULT» 3 желтых LED/ 4 зеленых LED	Зеленый, пост. свет «готов к работе» зеленый, мигают «нет связи с базовым аппаратом» красный, отрицательный результат теста, аппарат заблокирован ОТКЛ., нет управляющего напряжения Постоянный свет, коммуникация с ПЛК; мигание, скорость передачи установл./коммуникация с ПК Постоянное свечение/мигание, сбой фидера, например из-за перегрузки для свободного присвоения статуса любым сигналам
Кнопки: тестирования/сброса управления	Сброс аппарата после расцепления проверка функций (самотестирование) управление от ЗУ, втычного адресатора Управления двигателем фидером, свободное присвоение
Системные интерфейсы: на лицевой стороне сзади	Подключение модулей расширения или кабеля ПК для параметрирования Подключение кабеля к базовому аппарату или к модулю расширения

2.3. Типовые схемы применения Simocode pro

Устройства Simocode pro реализуют схемы управления асинхронными двигателями, перечисленные в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Функции управления Simocode pro

Функция управления	Simocode	
	pro C	pro V
Реле перегрузки	+	+
Прямой пускатель	+	+
Реверсивный пускатель	+	+
Автоматический выключатель	+	+
Пускатель звезда-треугольник	–	+
Пускатель звезда-треугольник с реверсированием	–	+
Схема Даландера	–	+
Схема Даландера с реверсированием	–	+
Переключатель полюсов	–	+
Переключатель полюсов с реверсированием	–	+
Клапан	–	+
Задвижки 1...5	–	+
Устройство плавного пуска	–	+
Устройство плавного пуска с реверсированием	–	+

Для реализации функций управления устройствами Simocode pro используются посты управления, с которых подаются команды на включение – отключение электродвигателей.

Постами управления называются места, откуда могут подаваться команды управления на двигатель. Функциональный блок «Посты управления» служит для управления, переключения и выстраивания приоритетов различных постов управления. Simocode pro с его помощью может параллельно управлять четырьмя различными постами. В зависимости от функции управления с каждого поста в Simocode pro можно подавать до пяти разных команд:

- локально (по месту) в непосредственной близости к двигателю; команды управления подаются нажимными кнопками;

- ПЛК, команды управления поступают от системы автоматизации (дистанционно);

- ПК, команды управления поступают от станции обслуживания и наблюдения или через PROFIBUS DPV1 с помощью программы SIMOCODE ES;

Панель оператора, команды поступают от кнопок панели, расположенной на двери электрошкафа.

Командами управления могут быть, например:

- двигатель ВКЛ. (Вкл.>), двигатель ОТКЛ. (Откл.) на прямом пускателе.

- двигатель ВЛЕВО (Вкл.<), двигатель ОТКЛ. (Откл.), двигатель ВПРАВО (Вкл.>) на реверсивном пускателе.

- двигатель МЕДЛЕННО (Вкл.>), двигатель БЫСТРО (Вкл.>>), двигатель (Откл.) в схеме Даландера.

Чтобы команды оказывали свое воздействие, необходимо создать логические связи между штекерами функционального блока «Посты управления» с любыми гнездами (например, двоичными входами базового аппарата, битами управления PROFIBUS DP и др.).

Пост управления локальный (рис. 2.6) – аппараты подачи команд обычно располагаются в непосредственной близости к двигателю и соединяются проводами с входами Simocode pro. Чтобы команды оказывали свое воздействие, необходимо произвести логическое сопряжение штекеров функционального блока «Посты управления» с любыми гнездами, обычно это функциональные блоки для базовых аппаратов или входы цифровых модулей базовых аппаратов (входы GG), (входы DM).

Команда на локальное отключение «VO-AUS» активна при 0. Тем самым гарантируется, что, например, при обрыве питающего провода двигатель будет надежно отключен, если задействован пост управления.

Пост управления ПЛК (рис. 2.7) – в основном предусматривается для подачи команд от системы автоматизации (ПЛК) через циклические телеграммы от PROFIBUS DP. Чтобы команды оказывали свое воздействие, необходимо произвести логическое сопряжение штекеров функционального блока «Посты управления» с любыми гнездами, обычно это функциональные блоки для циклических битов PROFIBUS DP (циклическое управление).

Пост управления ПК (рис. 2.8) – в основном предусматривается для подачи команд на коммутацию от любого ПК, используемого на шине PROFIBUS DP наряду с системой автоматизации в качестве второго мастера. Команды поступают через ациклические телеграммы управления от PROFIBUS DPV1.

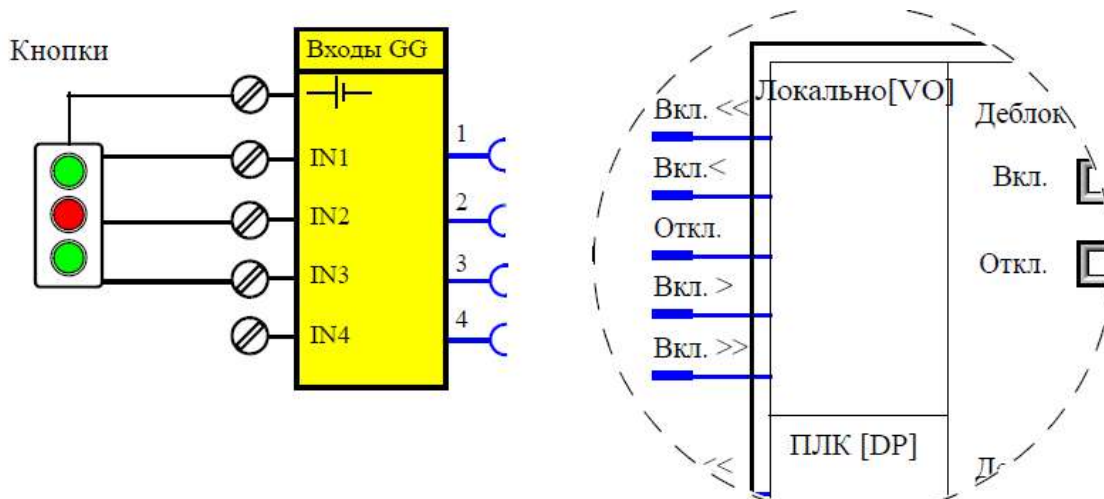


Рис. 2.6. Локальный пост управления

Если программа ПК SIMOCODE ES Professional или SIMATIC PDM связана с Simocode pro через PROFIBUS DP, ее команды действуют автоматически через пост управления РС [DPV1]. Чтобы команды действовали, необходимо логически связать штекеры функционального блока «Посты управления» с любыми гнездами, обычно это функциональные блоки для ациклических битов PROFIBUS DP (ациклическое управление).

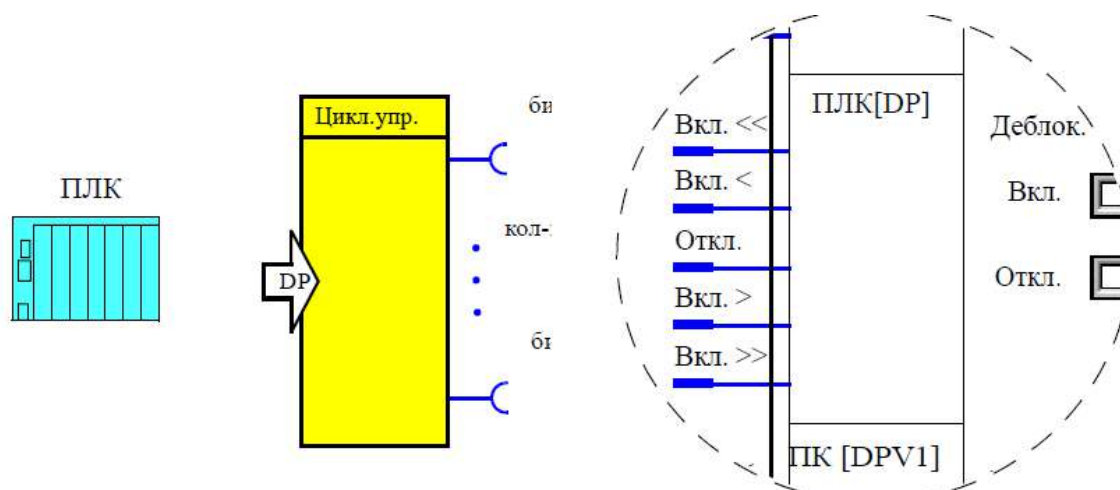


Рис. 2.7. Пост управления ПЛК

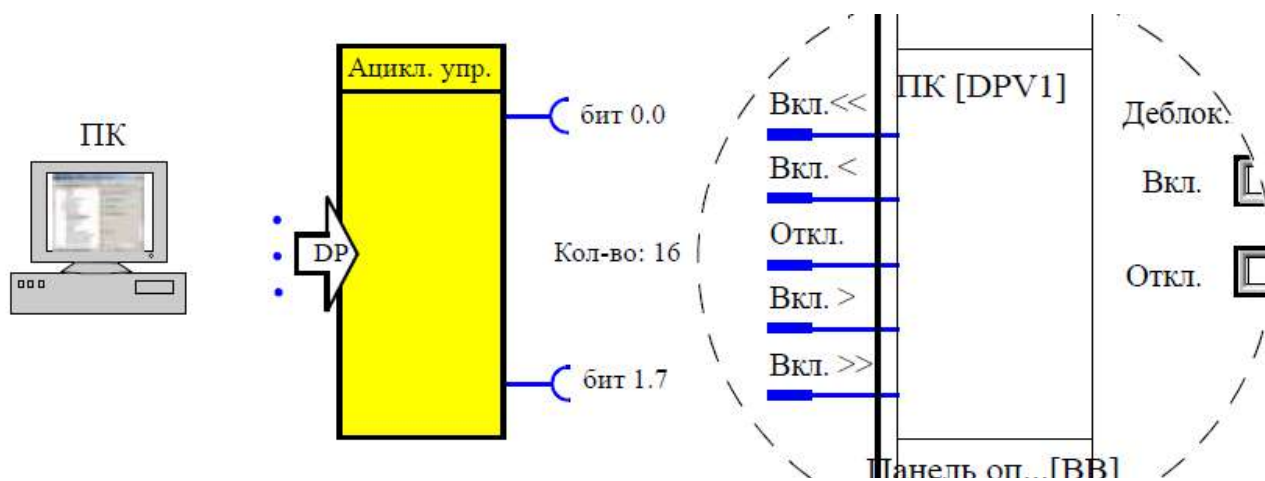


Рис. 2.8. Пост управления ПК

Пост управления – панель оператора (рис. 2.9), предусматривается в основном для подачи команд кнопками на панели оператора 3UF72, которая, например, встроена в дверь электрошкафа. Чтобы команды действовали, необходимо штекеры функционального блока «Посты управления» логически связать с любыми гнездами (обычно с ФБ для кнопок панели оператора (кнопки ВВ).

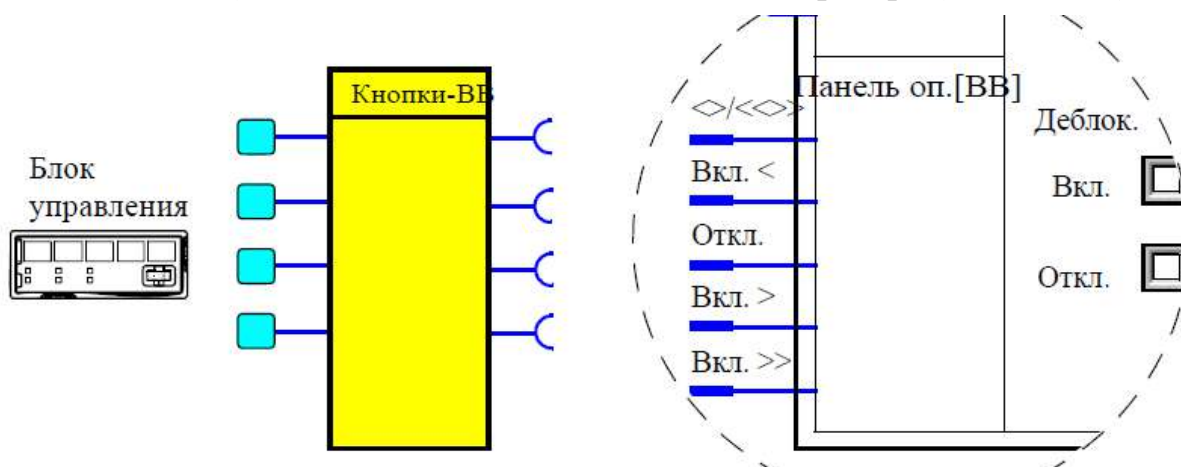


Рис. 2.9. Пост управления – панель оператора (ВВ)

Так как панель оператора имеет всего 4 кнопки для управления фидером двигателя, для функций управления двигателями с 2 скоростями и 2 направлениями вращения одна кнопка должна использоваться для переключения частоты вращения. С этой целью эта кнопка должна быть присвоена внутренней команде управления «[ВВ]<>/ <<>>».

Посты управления могут использоваться индивидуально или комбинированно. С этой целью предусмотрены 4 различных режима работы: локальный 1, локальный 2, локальный 3, дистанционный/автоматический.

Как правило, задействуются не все посты управления. При наличии более чем одного поста (например, локальный и ПЛК) целесообразно и необходимо использовать посты управления селективно. Для этого имеется 4 режима работы, которые переключаются двумя сигналами управления (переключатель режимов работы). В каждом из этих режимов для каждого отдельного поста можно задать, какие команды он будет принимать – команды «Вкл.» и/или «Откл.». Управление режимами работы реализовано таким образом, что всегда действует только один режим (табл. 2.5). Для выбора этих режимов работы необходимо через вход считать выключатель с ключом. Переключение на дистанционное управление должно производиться через шину. Работа с запирающимся выключателем имеет приоритет над всеми остальными режимами.

Таблица 2.5

Режимы работы

Режим работы	Описание
Работа от выключателя с ключом	Разрешена только локальная подача команд, все остальные посты управления блокируются
Ручной режим	Предусмотрена только локальная подача команд или от блока управления
Дистанционное управление	Разрешены только команды от ПЛК, локально могут подаваться только команды «ОТКЛ.»

Каждому режиму работы для каждого поста управления присвоены деблокировки команд управления «Вкл» и «Откл», которые необходимо активизировать. В зависимости от режима работы для каждого поста управления можно установить, будет ли двигатель отсюда только включаться, только отключаться или включаться и отключаться. Активизация производится через программу SIMOCODE ES в диалоге «Посты управления» меткой в соответствующем окошке.

Функции управления (например, прямые пускатели, реверсивные пускатели) служат для управления фидерами потребителей. Для них характерны следующие основные особенности:

- контроль процесса включения/отключения (отсутствие тока в главной цепи без команды Вкл.);
- контроль состояния «отключено» (отсутствие тока в главной цепи без команды Вкл.);
- контроль состояния «включено»;
- отключение в случае аварии.

Для контроля этих состояний Simocode pro использует сигнал обратной связи RM EIN (подтверждение ВКЛ.), который обычно формируется модулями регистрации тока в главной цепи.

В функции управления уже реализованы все необходимые блокировки и логические связи для каждого случая применения. Функции управления включают в себя:

- штекеры для команд Вкл <<, Вкл <, Откл, Вкл >, Вкл >>, которые обычно имеют логическую связь с гнездами «деблокированная команда управления»; отсюда поступают команды от разных постов управления; количество активных входов зависит от выбранной функции управления; на прямом пускателе, например, задействованы только входы «Вкл» и «Откл»;
- вспомогательные входы управления (штекеры), например, подтверждение Вкл;
- гнезда для управления контакторами QE1–QE5; количество зависит от выбранных функций управления; гнезда управления контакторами обычно логически связаны с выходами реле, которые предусмотрены для управления катушками контакторов;
- индикаторы (управление лампами) QL*, QLS; их количество зависит от выбранной функции управления;
- статусы, например, «статус – Вкл <<, статус – Вкл >>», их количество зависит от выбранной функции управления;
- сбои, например, «сбой – подтверждение (RM) Вкл», «сбой – антивалентность»;
- параметры настройки (уставки), например, время блокировки, толчковый режим Вкл/Откл и др.;
- логику со всеми необходимыми блокировками и логическими сопряжениями для функций управления;
- защиту двигателя с ее параметрами и сигналами действует «с фоновым приоритетом» наряду с функциями управления; защита двигателя и термисторная защита являются самостоятельными функциями, которые при срабатывании отключают двигатель через функцию управления.

Функция управления «Реле перегрузки»

Благодаря этой функции Simocode pro C ведет себя как электронное реле перегрузки. Запрещается подача команд управления (например, Вкл, Откл) потребителям – рис. 2.10. Посты управления, а также входы функции управления (например, Вкл, Откл) при реле перегрузки не функционируют.



Рис. 2.10. Функциональный блок «защита–управление»

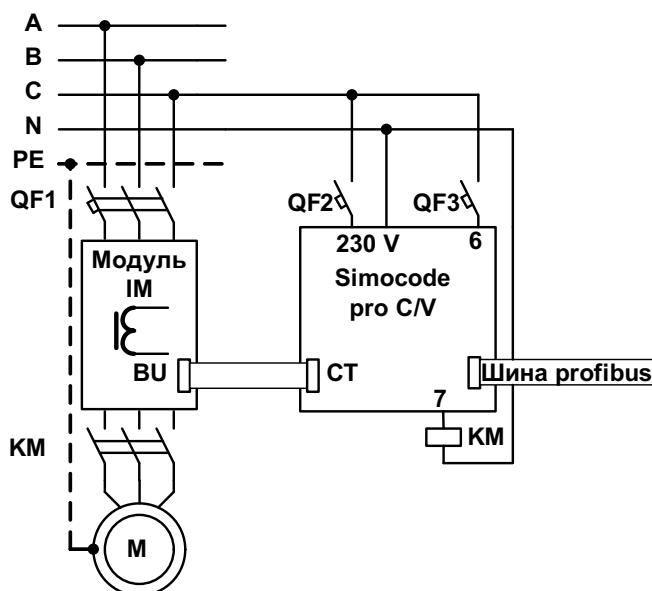


Рис. 2.11. Схема включения Simocode pro C «Реле перегрузки»

При подаче управляющего напряжения Simocode pro C (рис. 2.11) автоматически замыкает управление контактором КМ (выход OUT3); управление действует до тех пор, пока не будет отменено сигналом сбоя от какого-либо устройства защиты или контроля. Управление контактором КМ должно иметь логическое сопряжение с любым выходом реле, который отключает катушку контактора двигателя при перегрузке.

Функция управления «Прямой пускатель»

С помощью этой функции Simocode pro C включает и отключает двигатель (рис. 2.12). Подача команды «Вкл >>» (кнопка SB2) активизирует внутреннее управление контактором КМ (выход QE1) – рис. 2.13. Подача команды «Откл» (кнопка SB1) отключает внутреннее управление контактором КМ. Команды могут подаваться с

любых постов управления Simocode pro C. Для этого входы (штекеры) ФБ «Защита/управление» необходимо логически связать с соответствующими гнездами, предпочтительно с гнездами «Деблокированная команда управления». Любой сигнал сбоя ведет к отключению управления контактором КМ.



Рис. 2.12. Функциональный блок «Прямой пускатель»

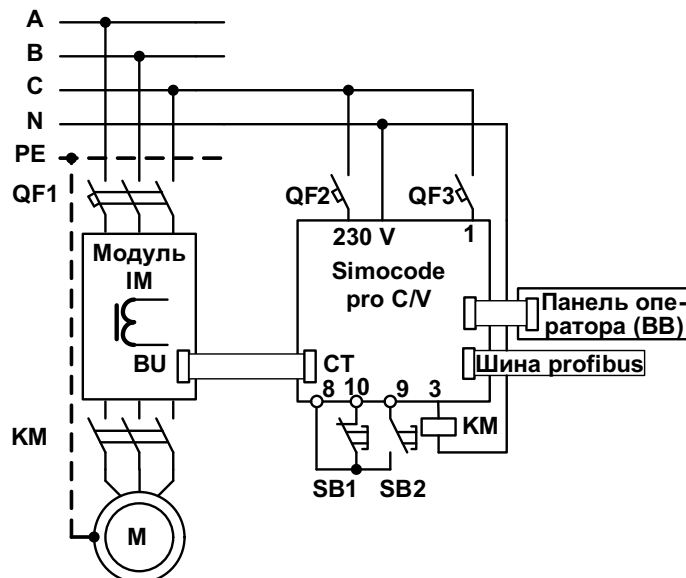


Рис. 2.13. Схема включения Simocode pro C «Прямой пускатель»

Функция управления «Реверсивный пускатель»

С помощью этой функции Simocode pro C может управлять направлением вращения двигателей (вперед и назад) (рис. 2.14). Подача команды «Вкл >» (кнопка) активизирует управление контактором КМ1 (выход QE1) вращение вправо, т.е. вперед (рис. 2.15).



Рис. 2.14. Функциональный блок «Реверсивный пускатель»

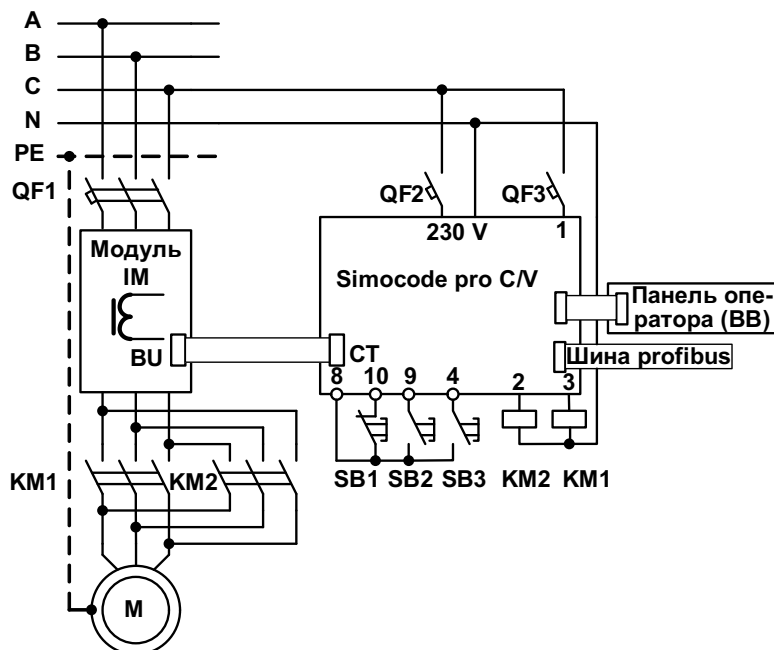


Рис. 2.15. Схема включения Simocode pro C «Реверсивный пускатель»

Подача команды «Вкл <» (кнопка) активизирует управление контактором KM2 (выход QE2) вращение влево, т.е. назад. Подача команды «Откл» (кнопка) вызывает внутреннее отключение управления контакторами KM1 и KM2. Команды могут подаваться с любых постов управления Simocode pro C. Для этого вхо-

ды (штекеры) ФБ «Защита/управление» необходимо логически связать с соответствующими гнездами, предпочтительно с гнездами «Деблокированная команда управления». Любой сигнал сбоя ведет к отключению управления контакторами КМ1 и КМ2.

Переключать направление вращения можно при условии, что сигнал «Статус – Вкл >» или «Статус – Вкл <» погас (двигатель отключен) и после истечения времени блокировки: через команду Откл; напрямую, если активизирован параметр «Сохранить команду на переключение».

Simocode pro C предотвращает одновременное включение обоих контакторов. Время блокировки позволяет переключать направление вращения с одного на другое с задержкой.

Глава 3. УСТРОЙСТВА SIMOCODE PRO V

3.1. Параметры модулей расширения для Simocode pro V

Как отмечалось в гл. 1 и 2 устройство Simocode pro V (GG2) полностью выполняет функции устройства Simocode pro C (GG1) и имеет следующие отличия:

- подключение модуля регистрации тока (IM) или модуля регистрации тока и напряжения (UM);
- подключение до 5 модулей расширения, к которым относятся:
 - цифровые модули входов/выходов ((DM), подключается до 2 устройств;
 - аналоговый модуль (AM), подключается 1 устройство;
 - модуль замыкания на землю (EM), подключается 1 устройство;
 - температурный модуль (TM), подключается 1 устройство.

Технические данные модулей расширения, используемых с устройством Simocode pro V, приведены в табл. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4.

Таблица 3.1

Технические данные цифровых модулей

Наименование	Пояснения
Крепление	Защелками на 35 мм DIN рейке, винтами
Индикация: зеленые LED «READY»	постоянное свечение «готовность к работе»; мигание «нет связи с базовым аппаратом»
Системные интерфейсы	подключение к базовому аппарату, другому модулю расширения, регистрации тока или тока / напряжения, или к панели оператора
Цепь управления: номинальное напряжение изоляции U_i номинальная импульсная прочность U_{imp}	300 В (при степени загрязнения 3) 4 кВ
Релейные выходы: количество блок-контакты 2 релейных выходов защита от КЗ выходов номинальный длительный ток номинальная коммутационная способность	2 моно или бистабильных релейных выхода НО, все они групповые со свободным присвоением функций управления предохранители 6 А, быстродействующие предохранители 10 А, автомат 1,6 А с характеристикой С 5 А, 6 А при максимальной температуре +50 °С AC-15 6А/AC 24 В 6А/AC 120 В 3А/AC 230 В DC-13 2А/DC 24 В 0,55А/DC 60 В 0,25А/DC 125 В
Входы (двоичные): DC 24 В длина проводов	4 с внешним питанием, DC 24 В или AC/DC 110...240 В в зависимости от исполнения, групповые для регистрации сигналов и со свободным присвоением функций управления 300 м

Таблица 3.2

Технические данные аналогового модуля

Наименование	Пояснения
Крепление	Защелками на 35 мм DIN рейке, винтами
Индикация: зеленые LED «READY»	Постоянное свечение «готовность к работе»; мигание «нет связи с базовым аппаратом»
Системные интерфейсы	Подключение к базовому аппарату, другому модулю расширения, регистрации тока или тока / напряжения, или к панели оператора
Цепь управления: вид подключения	Двухпроводниковый
Входы: каналы диапазон измерений экранирование максимальный входной ток точность входное сопротивление время преобразования дискретность обнаружение обрыва провода	2 0/4...20 мА До 30 м рекомендуется, а свыше 30 м обязательно 40 мА 1 % 50 Ом 130 мс 12 бит При диапазоне измерений 4...20 мА
Выход: каналы параметрируемый диапазон выхода экранирование максимальное напряжение на выходе точность максимальная выходная нагрузка время преобразования дискретность стойкость к КЗ развязка потенциалов входов/выходов с электроникой	1 0/4...20 мА До 30 м рекомендуется, а свыше 30 м обязательно 30 В DC 1 % 500 Ом 10 мс 12 бит Да Нет

Таблица 3.3

Технические данные модуля замыкания на землю

Наименование	Пояснения
1	2
Крепление	Защелками на 35 мм DIN рейке, винтами
Индикация: зеленые LED «READY»	Постоянное свечение «готовность к работе»; мигание «нет связи с базовым аппаратом»
Системные интерфейсы	Подключение к базовому аппарату, другому модулю расширения, регистрации тока или тока/напряжения, или к панели оператора

1	2
Цепь управления:	
подключаемый суммирующий трансформатор тока с номинальными токами утечки I_N	0,3/0,5/1 А
$I_{\text{замык}} \leq 50 \% I_N$	Без расцепления
$I_{\text{замык}} \geq 100 \% I_N$	Расцепление
задержка срабатывания	300...500 мс с дальнейшим увеличением

Таблица 3.4

Технические данные температурного модуля

Наименование	Пояснения
Крепление	Защелками на 35 мм DIN рейке, винтами
Индикация: зеленые LED «READY»	Постоянное свечение «готовность к работе»; мигание «нет связи с базовым аппаратом»
Системные интерфейсы	Подключение к базовому аппарату, другому модулю расширения, регистрации тока или тока / напряжения, или к панели оператора
Цепь датчиков: ток датчиков: РТ 100 РТ 1000 точность измерения при температуре среды 20 °С	1 мА (типовой) 0,2 мА (типовой) $< \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$

С помощью Simocode pro V можно проводить регистрацию кривых измерения любых параметров, например, тока двигателя при его запуске (рис. 3.1). По мере износа двигателя и под воздействием приводимых им агрегатов изменяется характеристика тока двигателя. Регистрация тока двигателя в различные моменты времени и прямое сравнение характеристик позволяет делать выводы о состоянии двигателя или агрегатов.

Эта регистрация выполняется с помощью функционального блока «Регистрация аналоговых величин». В Simocode pro можно регистрировать любые аналоговые величины (2 байта/1 слово) в течение определенного промежутка времени. Регистрация производится непосредственно в Simocode pro с привязкой к определенному фидеру двигателя и независимо от PROFIBUS или от системы автоматизации. Каждый сигнал, поступающий через аналоговый разъем «присвоенное аналоговое значение» записывается и запоминается.

Регистрация запускается в зависимости от фронта (положительного/отрицательного) через любой двоичный сигнал на триггерном входе функционального блока. В общей сложности внутри аппарата можно запомнить до 60 значений.

Продолжительность регистрации определяется выбранной периодичностью опросов. Продолжительность опроса измеряется в секундах и составляет до 60 значений. Кроме того, через предтриггер можно задать, за сколько времени до

поступления сигнала от триггера должна начинаться регистрация. Предтриггер настраивается в процентах по отношению к общей продолжительности сканирования (см. рис. 3.1). При каждом вновь поступающем на вход триггера сигнале Simocode pro переписывает старую кривую измерений.

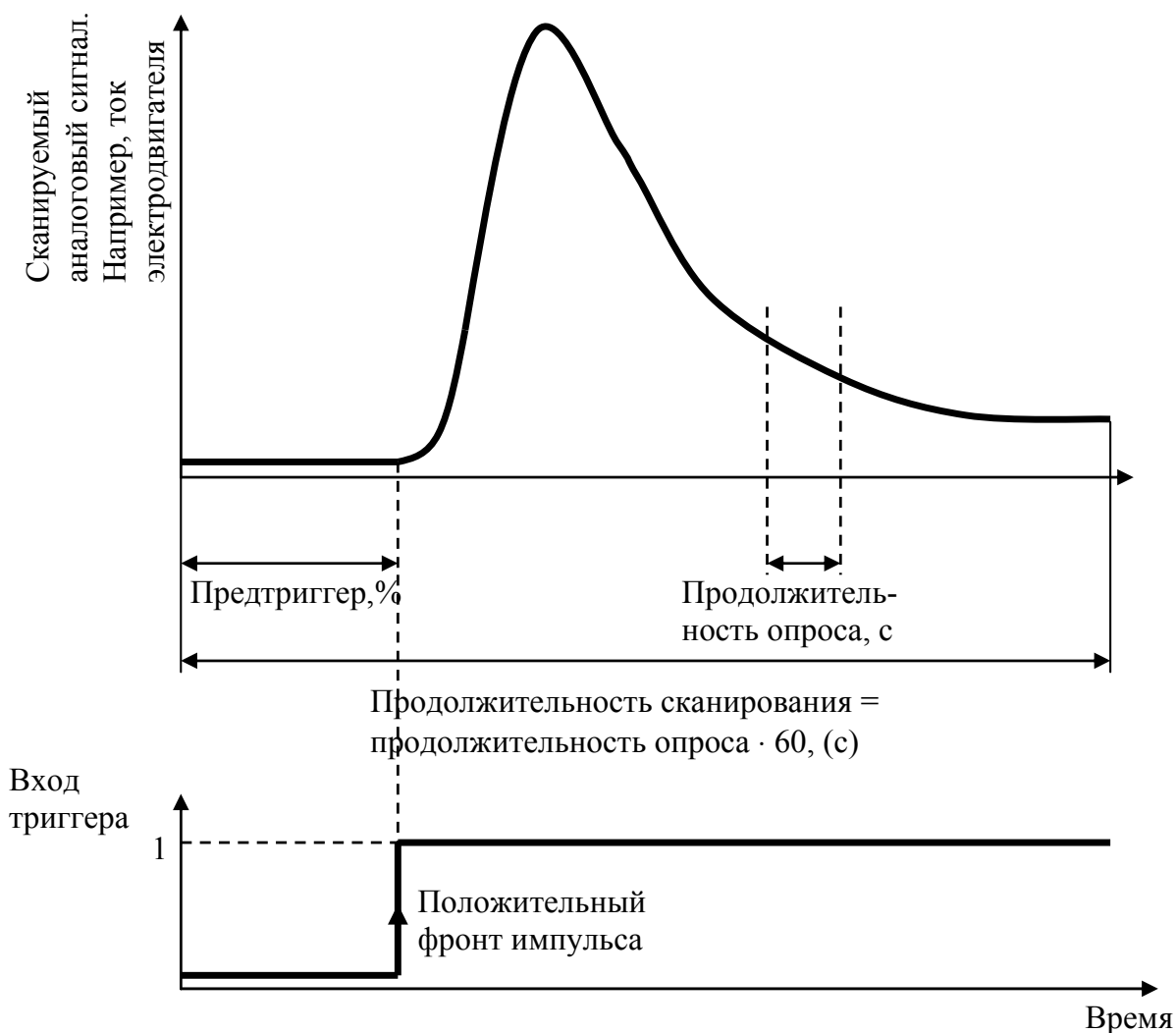


Рис. 3.1. Принцип регистрации аналоговых сигналов

Помимо этого, с помощью программы SIMOCODE ES кривую измерений можно экспортировать в один из массивов данных *.csv и там обработать ее в MS Excel.

3.2. Особенности использования модулей расширения

Функции мониторинга, выполняемые модулями расширения совместно с устройством Simocode pro V, заключаются в контроле:

- замыкания на землю;
- предельных значений тока;
- напряжения;
- $\cos\phi$;
- активной мощности;

- тока 0/4 А ... 20 мА;
- рабочего процесса;
- температуры (аналоговый).

Функции мониторинга действуют наряду с защитой двигателя и управлением двигателя в «фоновом режиме». Даются пояснения ко всем параметрам контрольных функций. В зависимости от выбранной функции управления функции мониторинга могут быть активными или пассивными.

Контроль замыкания на землю

Simocode pro регистрирует и контролирует токи во всех трех фазах. Благодаря обработке суммы токов трех фаз создается возможность контроля за возникновением тока утечки или замыкания на землю.

Внутренний контроль замыкания на землю через модули регистрации тока или регистрации тока/напряжения возможен только в цепях трехфазных двигателей или в глухо заземленных сетях с низким сопротивлением.

Путем ввода параметров пользователь может сам активизировать внутренний контроль замыкания на землю. Эта функция перекрывает две рабочих ситуации:

- нормальная рабочая ситуации до $2I_e$; текущий рабочий ток должен быть меньше двукратного тока уставки I_e ; распознаются токи утечки $>30\%$ тока уставки I_e ;
- пусковой режим или перегрузка от $2I_e$; текущий рабочий ток больше двукратного тока уставки I_e ; распознаются токи утечки $>15\%$ текущего значения тока двигателя.

Использование внутреннего контроля замыкания на землю со схемой звезда-треугольник может приводить к ошибочным срабатываниям. В режиме треугольника из-за высших гармоник суммарный ток отличается от нуля.

Здесь пользователь может задать поведение Simocode pro при внутреннем замыкании на землю. Схема функционального блока «Контроль внутреннего замыкания на землю» приведена на рис. 3.2.

Внешний контроль замыкания на землю через суммирующий трансформатор тока и модуль замыкания на землю обычно используется в сетях, имеющих высокое сопротивление заземления.

Суммирующие трансформаторы тока 3UL22 контролируют номинальные токи утечки порядка 0,3 А/0,5 А/1 А. Задержка срабатывания суммирующего трансформатора составляет 300...500 мс. Путем соответствующего параметрирования Simocode pro можно дополнительно увеличить эту задержку срабатывания. Для случаев обнаружения замыкания на землю можно запараметрировать определенную реакцию с выдержкой времени. При превышении предельного значения тока замыкания на землю выдается сигнал. Другие дополнительные срабатывания задаются параметрированием.

Если превышены номинальные токи утечки, Simocode pro V реагирует или отключением управления контактора QE* или предупредительным сигналом в зависимости от введенных настроек.



Рис. 3.2. Функциональный блок «Контроль внутреннего замыкания на землю»

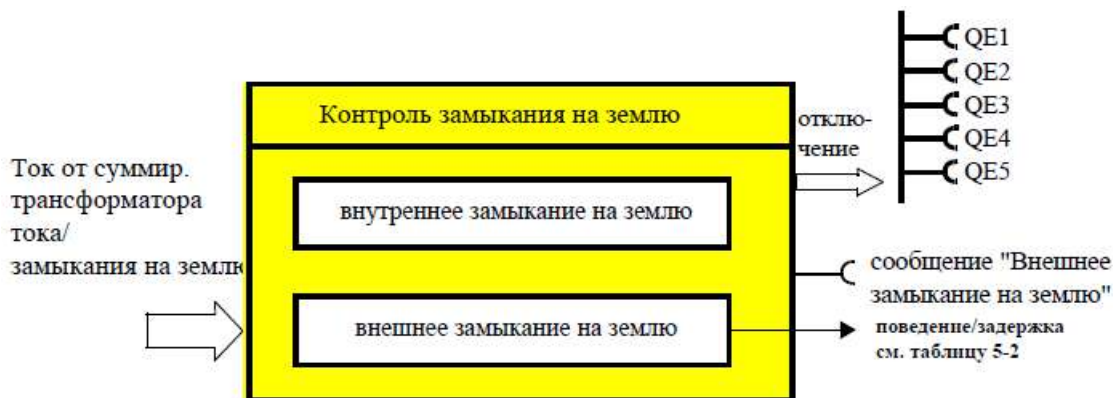


Рис. 3.3. Функциональный блок «Контроль внешнего замыкания на землю»

Здесь пользователь может задать поведение Simocode pro при внешнем замыкании на землю. Схема функционального блока «Контроль внешнего замыкания на землю» приведена на рис. 3.3.

Контроль предельных значений тока

Контроль за предельными значениями тока служит, независимо от защиты от перегрузки, для контроля за процессом. Simocode pro поддерживает соответствующий двухступенчатый контроль за током двигателя по свободно определяемым верхним или нижним предельным значениям. При этом поведение Simocode pro при достижении порога предупреждения или срабатывания параметрируется произвольно с введением задержки. Измерение тока двигателя осуществляется через модули регистрации тока или модули регистрации тока/напряжения. На рис. 3.4 приведена функциональная схема блока «Предельные значения тока».

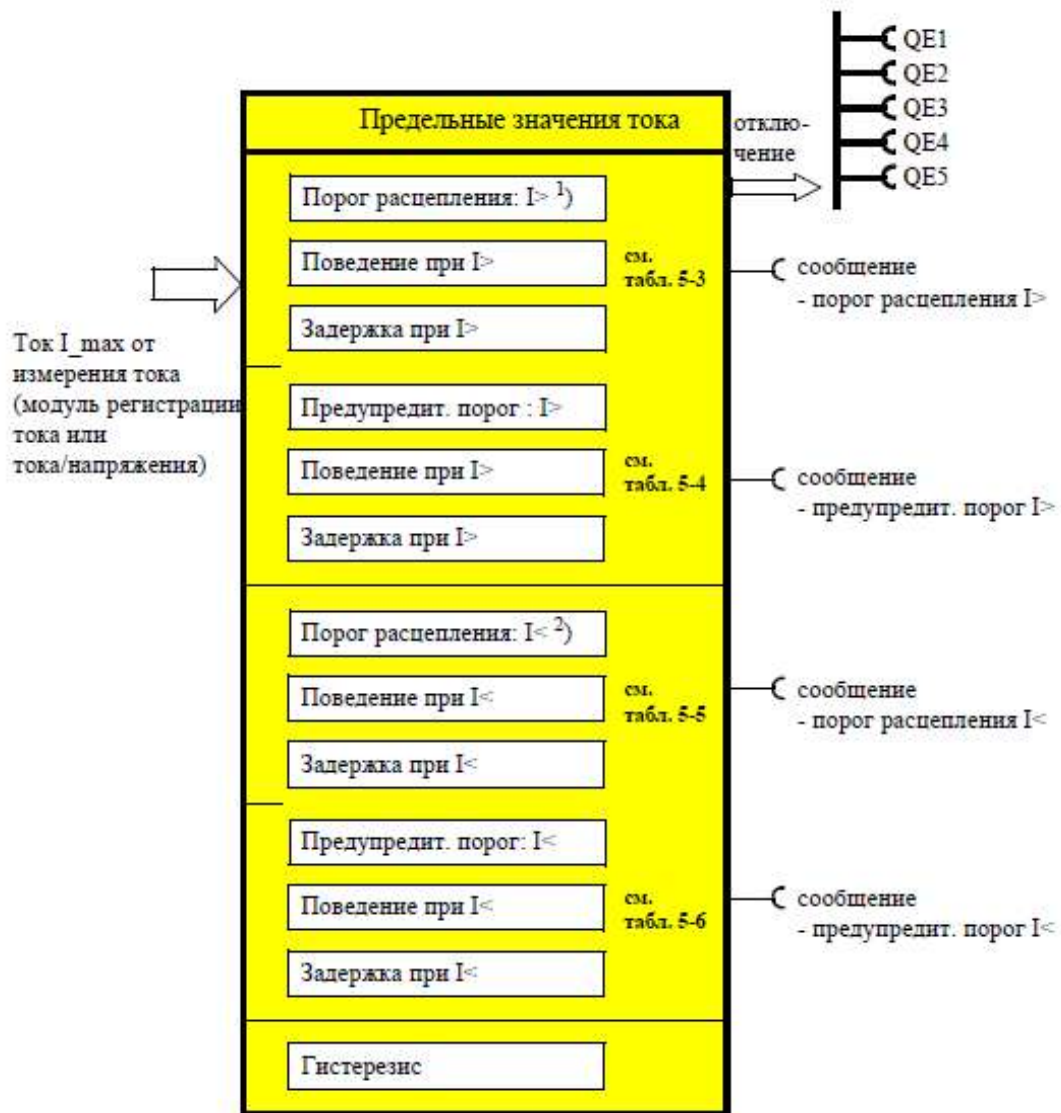
$I >$ (верхний предел), порог расцепления, предупредительный порог.

При контроле верхних пределов тока $I >$ (верхний предел) можно параметризовать и контролировать 2 разных порога срабатывания $I >$ (верхний предел) – порог расцепления, и $I >$ (верхний предел) – предупредительный порог.

Как только ток одной или нескольких фаз превышает порог расцепления, срабатывает функция контроля предельных значений тока.

Порог расцепления: 0...1020 % от I_e , дискретность 4 %.

Предупредительный порог: 0...1020 % от I_e , дискретность 4 %.



- 1) верхний предел
2) нижний предел

Рис. 3.4. Функциональный блок «Пределные значения тока»

$I <$ (нижняя граница), порог расцепления, предупредительный порог.

В функции контроль предельных значений тока $I <$ (нижняя граница) можно параметризовать и контролировать 2 различных порога срабатывания (порог расцепления/порог предупреждения). Контроль предельных значений тока включается при падении фазного тока (I_{max}) ниже порога срабатывания.

Порог расцепления: 0...1020 % от I_e , дискретность 4 %.

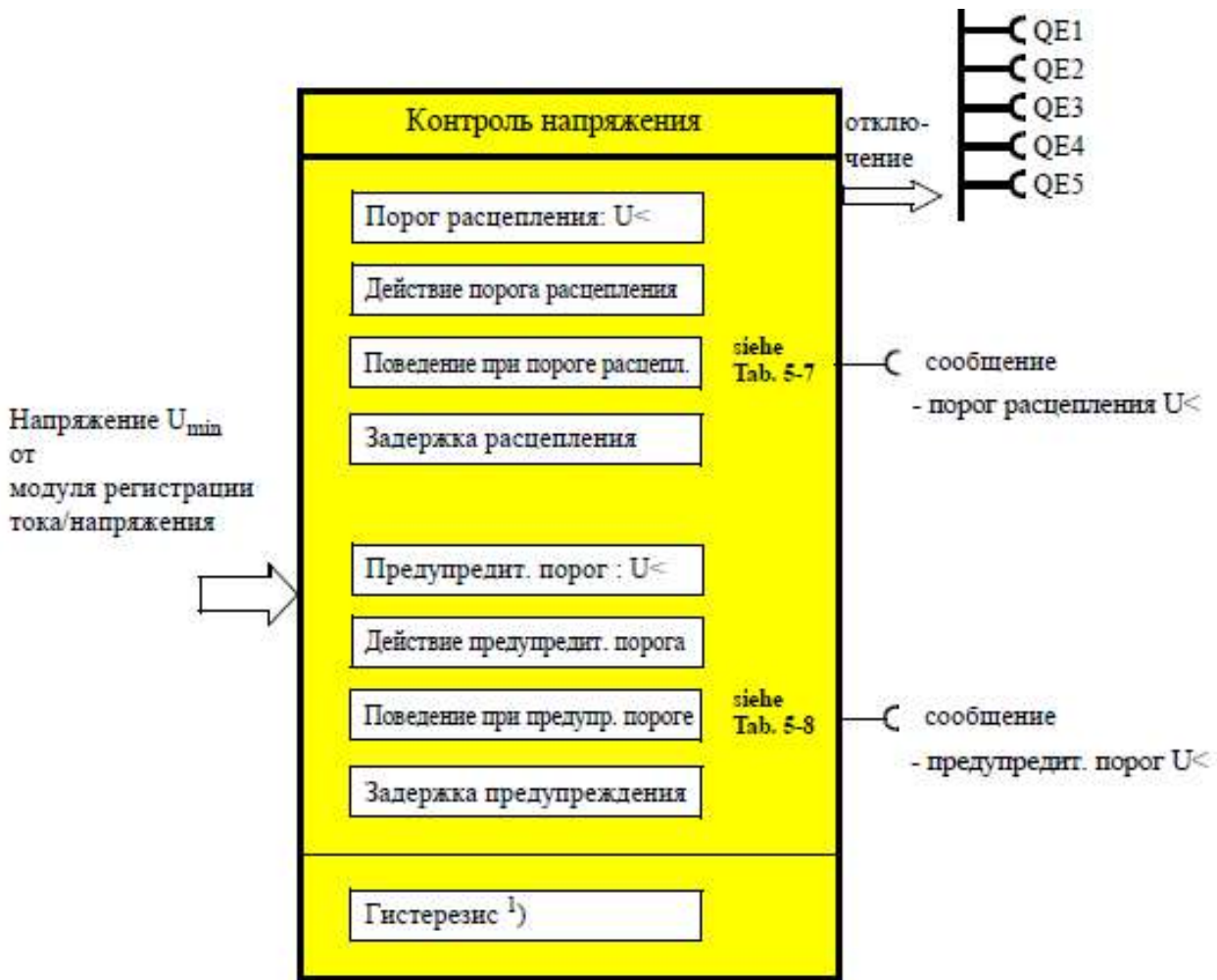
Предупредительный порог: 0...1020 % от I_e , дискретность 4 %.

Регулируется гистерезис для предельных значений тока $I >$ (верхняя граница) – гистерезис 0...15 % порогового значения, дискретность 1 %.

Контроль напряжения

Simocode pro поддерживает соответствующий двухступенчатый контроль трехфазной или однофазной сети на минимальное напряжение в свободно устанавливаемых пределах. При этом поведение Simocode pro при достижении предупредительного порога или порога расцепления параметрируется произвольно с введе-

нием задержки. Измерение напряжения осуществляется модулями регистрации тока/напряжения. Базой служит наименьшее из всех напряжений U_{\min} – рис. 3.5.



1) гистерезис для напряжения, $\cos \phi$, мощности

Рис. 3.5. Функциональный блок «Контроль напряжения»

Порог расцепления, предупредительный порог

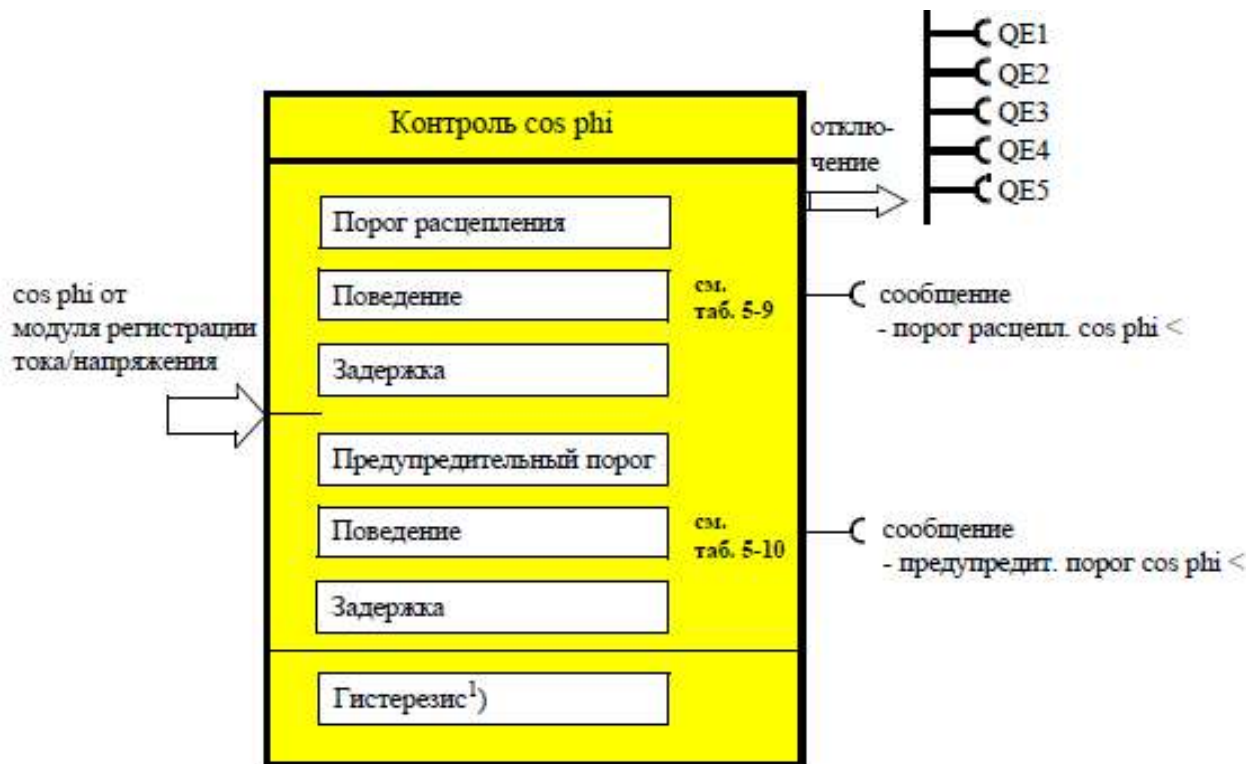
Можно параметризовать 2 разных порога срабатывания (расцепления / предупреждения). Падение напряжения в одной или нескольких фаз ниже порога срабатывания или предупреждения вызывает включение функции контроля напряжения.

Порог расцепления: 0...2040 В, дискретность 8 В.

Предупредительный порог: 0...2040 В, дискретность 8 В.

Задается гистерезис для напряжения, $\cos \phi$ и мощности; гистерезис напряжения, $\cos \phi$ и мощности составляет 0...15 % от порогового значения с дискретностью 1 %.

Контроль $\cos \phi$ служит для контроля нагрузки индуктивных потребителей. Основная область применения это асинхронные двигатели в 1- или 3-фазных сетях с сильным изменением нагрузки. Принцип измерения $\cos \phi$ базируется на оценке сдвига по фазе между векторами электрического напряжения и силы тока. При выходе за нижний предел установленного порога расцепления или предупредительного порога в зависимости от настройки формируется предупреждение или следует отключение двигателя (рис. 3.6).



1) гистерезис для напряжения, $\cos \phi$, мощности

Рис. 3.6. Функциональный блок «Контроль $\cos \phi$ »

Порог расщепления, предупредительный порог

В функции контроля $\cos \phi$ можно параметризовать 2 разных порога срабатывания (порог расщепления/предупредительный порог).

Порог расщепления: 0...100 % от I_e .

Предупредительный порог: 0...100 % от I_e .

Контроль активной мощности

Через функцию контроля активной мощности Simocode pro может косвенно контролировать состояние отдельного аппарата или всей установки. Simocode pro поддерживает соответствующий двухступенчатый контроль активной мощности по свободно устанавливаемым верхним или нижним предельным значениям. При этом поведение Simocode pro при достижении порога предупреждения или расщепления параметрируется произвольно с выдержкой времени. Измерение активной мощности осуществляется через модули регистрации тока/напряжения (рис. 3.7).

Порог расщепления, предупредительный порог

В функции контроля активной мощности можно параметризовать 2 разных порога срабатывания (порог расщепления/предупредительный порог) для верхней и нижней границы.

Порог расщепления

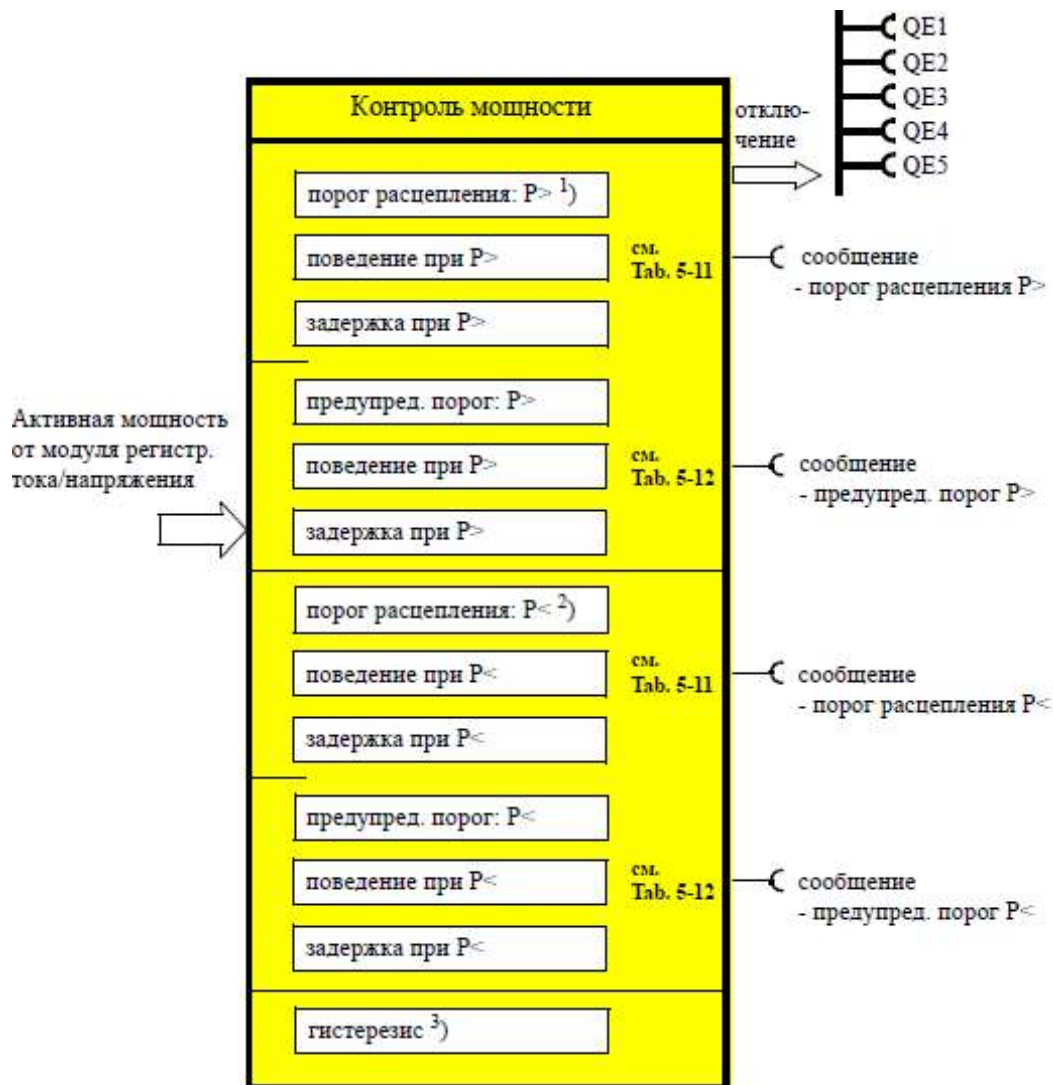
$P >$ (верхняя граница) 0,000...4294967,295 кВт;

$P <$ (нижняя граница)

Предупредительный порог

$P >$ (верхняя граница) 0,000...4294967,295 кВт;

$P <$ (нижняя граница).



- 1) верхняя граница
- 2) нижняя граница
- 3) гистерезис для напряжения, $\cos \phi$, мощности

Рис. 3.7. Функциональный блок «Контроль мощности»

Контроль тока 0/4...20 мА

Simocode pro поддерживает двухступенчатый контроль аналоговых сигналов от измерительного преобразователя (нормализованный выходной сигнал 0/4...20 мА). Аналоговые сигналы через аналоговый модуль подаются в функциональный блок «0/4...20 мА» (рис. 3.8).

Порог расщепления, предупредительный порог.

В функции контроля 0/4...20 мА можно параметризовать 2 разных порога срабатывания (порог расщепления/ предупредительный порог) для верхнего и нижнего пределов.

Порог расщепления:

0/4...20> (верхняя граница) 0,0...23,6 мА;

0/4...20< (нижняя граница)

Предупредительный порог:

0/4...20> (верхняя граница) 0,0...23,6 мА;

0/4...20< (нижняя граница).

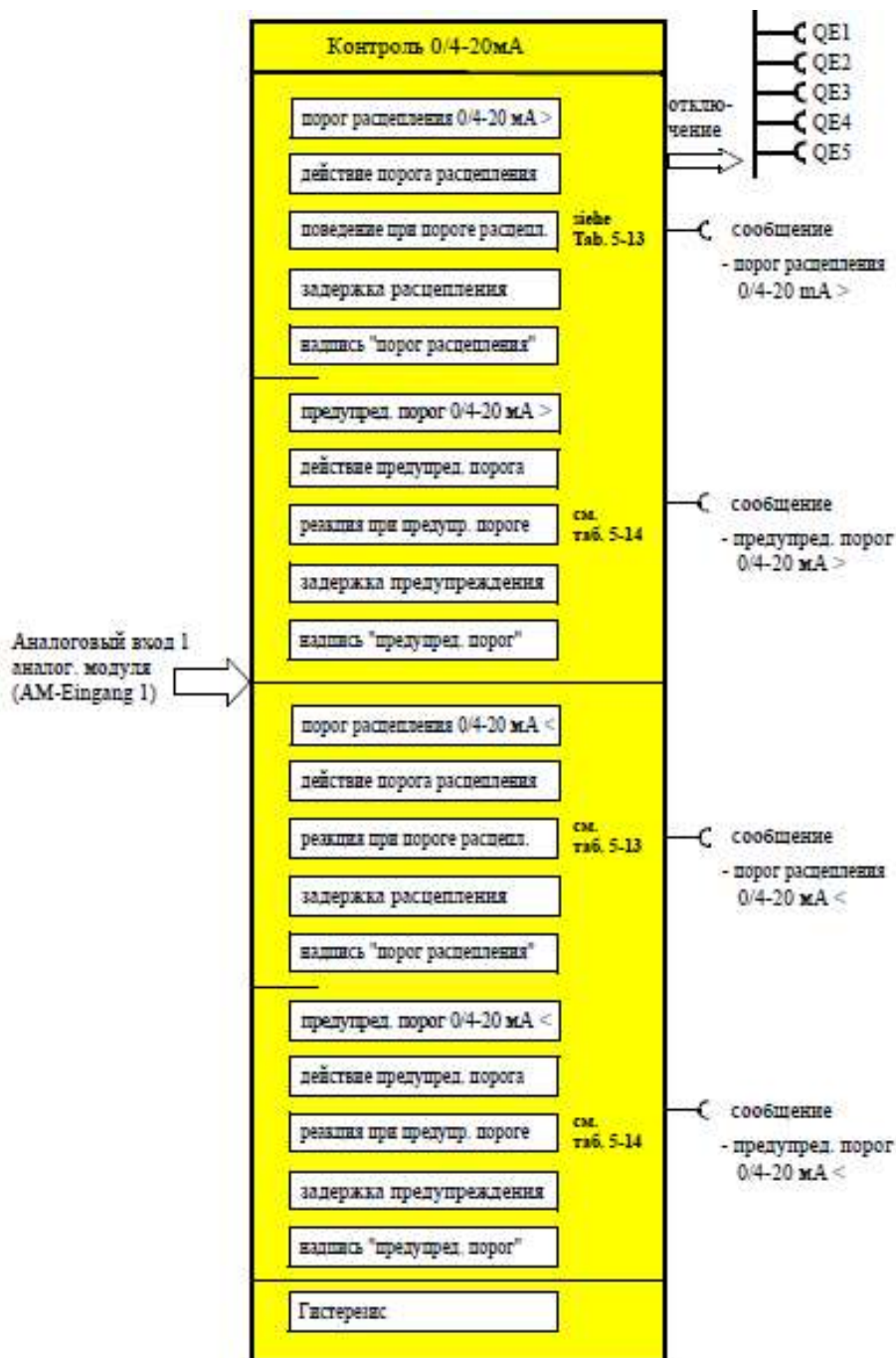


Рис. 3.8. Функциональный блок «Контроль 0/4...20 мА»

Действие порога расцепления, предупредительного порога

Можно задавать, в каком из рабочих состояний двигателя должны действовать функции «порог расцепления/предупредительный порог»:

- всегда (on) (*d*) порог расцепления/предупреждения действует всегда, независимо от того, работает ли двигатель, или простаивает;
- всегда, кроме RMT (on+) порог расцепления/предупреждения действует всегда, независимо от того, работает ли двигатель или стоит, за исключением «RMT», когда фидер двигателя в контрольном положении;
- если двигатель включен, кроме RMT (run) порог расцепления/предупреждения действует только при условии, что двигатель Вкл и не в контрольном положении;

- если двигатель включен, кроме RMT, при завершеном пуске (run+) порог расцепления/предупреждения действует только при работающем двигателе, завершеном процессе пуска и отсутствии контрольного положения (RMT).

Можно задать ширину отклонений для аналогового сигнала: гистерезис для аналогового сигнала составляет 0...15 % с дискретностью 1 %.

Контроль рабочего процесса

Для предотвращения простоев оборудования из-за выхода из строя двигателей вследствие их слишком долгой эксплуатации или для предотвращения слишком длительных простоев двигателей, Simocode pro может контролировать часы работы и продолжительность простоя двигателя, а также ограничивать количество пусков в определенном отрезке времени (рис. 3.9). В случае выхода за какой-то установленный предел может генерироваться сообщение или предупреждение, которое послужит поводом для проведения технического обслуживания или для замены соответствующего двигателя. После замены двигателя показания счетчиков рабочих часов и продолжительности простоя можно сбросить.

Для предотвращения чрезмерной тепловой нагрузки и преждевременного старения двигателя можно ограничить количество пусков двигателя в установленном отрезке времени. Количество еще возможных пусков хранится в Simocode pro и может использоваться также в других целях. С помощью предварительных сообщений можно привлечь внимание к сокращающемуся количеству еще возможных пусков двигателя. Все величины могут подвергаться внутренней обработке (предельные значения) и/или передаваться по шине.

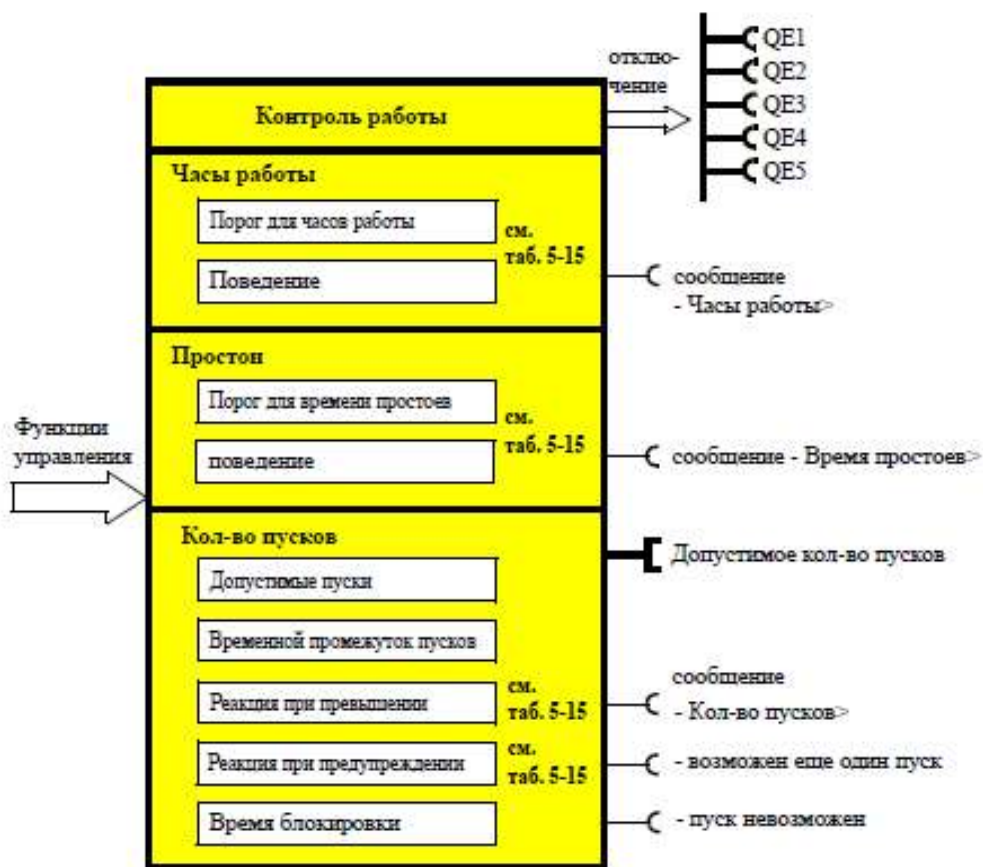


Рис. 3.9. Функциональный блок «Контроль рабочего процесса»

Контроль часов работы дает возможность учитывать часы работы (производительность) двигателя и своевременно генерировать, например, указания по проведению технического обслуживания двигателя.

Превышение количества рабочих часов вызывает срабатывание контроля. Порог составляет от 0 до 1193046 ч.

На участках установок, которые обслуживают важные процессы, приводы зачастую дублируются (приводы *A* и *B*). При этом всегда должна обеспечиваться попеременность их работы. Это позволяет избегать длительных простоев и повышать коэффициент готовности оборудования. Функция контроля может, например, генерировать аварийный сигнал, который вызовет подключение резервного двигателя.

Порог задается длительностью допустимого простоя, превышение которого вызывает срабатывание функции контроля. Порог составляет от 0 до 65535 ч.

Контроль количества пусков

Благодаря контролю за количеством пусков можно защитить компоненты установок (двигатели, коммутационные аппараты, например, устройства плавного пуска, преобразователи) от недопустимо большого количества процессов пуска в рамках запрограммированного периода времени и тем самым избежать поломок. Это имеет особый смысл также при пуско-наладочных работах или при ручном управлении. На рис. 3.10 показан принцип контроля количества пусков.



Рис. 3.10. Контроль количества пусков

Допустимые пуски

Можно задать максимально разрешенное количество пусков. С первым пуском начинается отсчет временного интервала «Период пусков». После выполнения предпоследнего, разрешенного пуска, генерируется предупреждение «разрешен еще один пуск».

Период пусков

Задается временной период, в течение которого разрешаются процессы запуска. Только по истечении заданного периода снова в распоряжении появляется максимальное количество пусков. Количество пусков указывается через аналоговое значение «Фактическое количество допустимых пусков». Период пусков составляет от 0 до 65 535 секунд.

Контроль температуры (аналоговый)

Для контроля температуры (например, обмотки двигателя, подшипников, охлаждающей жидкости или редуктора) можно использовать до трех аналоговых температурных датчиков типа NTC, KTY83/84, PT100, PT1000. Simocode pro поддерживает двухступенчатый контроль превышения температуры: предусмотрена возможность установки отдельных порогов для предупреждения и отключения (рис. 3.11).

Контроль температуры производится по отношению к максимальной температуре во всех используемых сенсорных цепях температурного модуля.

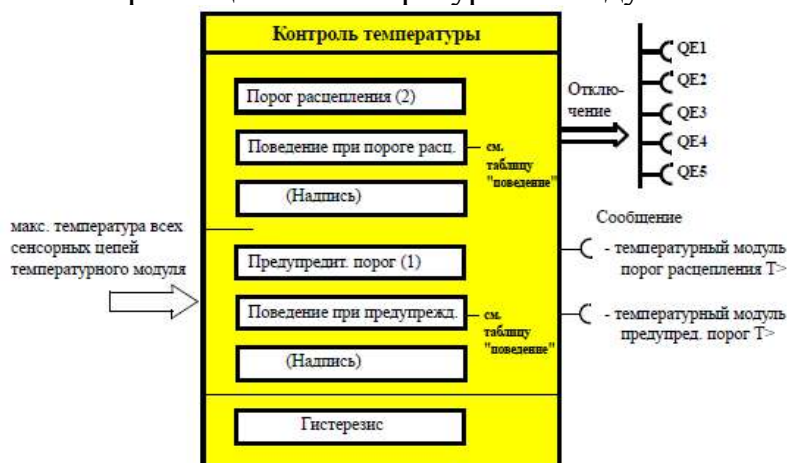


Рис. 3.11. Функциональный блок «Контроль температуры»

Действие порога расцепления, порога предупреждения

Порог расцепления/порог предупреждения действует постоянно и независимо от того, работает ли двигатель, или простаивает (режим «оп»).

Гистерезис в функциях мониторинга

На рис. 3.12 показана функция гистерезиса в функциях мониторинга.

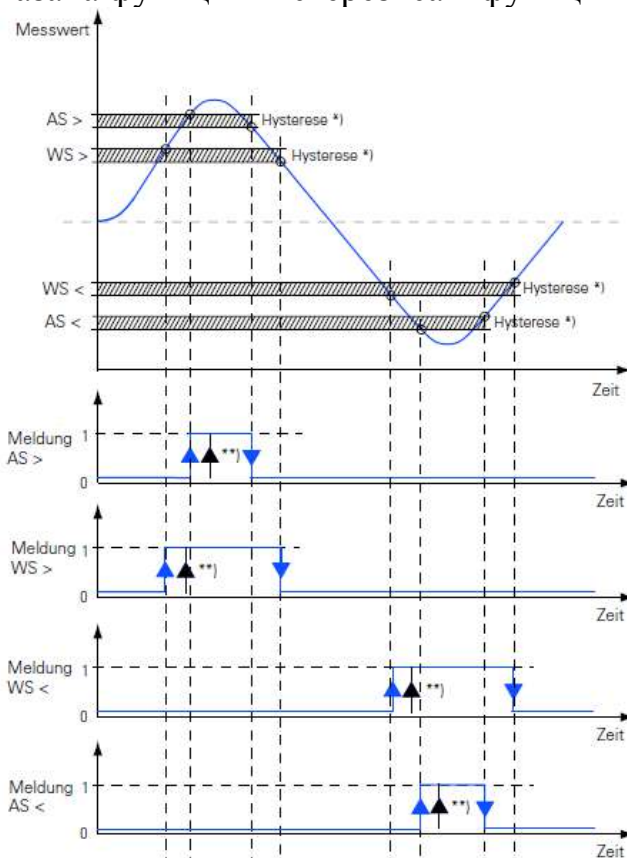


Рис. 3.12. Принцип действия гистерезисов в контрольных функциях

Примечания. *Гистерезис всегда представляет собой процентную величину по отношению к установленному порогу.

**Сообщения о порогах расцепления и предупреждениях могут дополнительно выдаваться с задержками.

3.3. Типовые схемы применения Simocode pro V

Функции управления Simocode pro V перечислены в табл. 2.4. Поскольку схемы управления, рассмотренные в разделе 2.3 для Simocode pro C, полностью аналогичны при их реализации на Simocode pro V, то они в настоящем разделе не рассматриваются.

Функция управления «Пускатель звезда–треугольник»

Пуск по схеме «звезда–треугольник» применяется для ограничения пускового тока и нагрузок на сеть. В этой функции управления Simocode pro V запускает двигатель со схемой соединения обмоток статора, – звездой, а затем переключает на схему соединения треугольник (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Функциональный блок «Пускатель звезда–треугольник»

Команды управления (рис. 3.14):

- команда «ВКЛ» (кнопка SB2) активизирует сначала управление контактором КМ1 (выход QE1) – звезда, и сразу после этого управление контактором КМ3 (выход QE3);
- команда «ОТКЛ» (кнопка SB1) отменяет управление контакторами КМ1, КМ2 и КМ3 (соответственно выходы QE1, QE2 и QE3).

Команды могут подаваться на Simocode pro V от любых постов управления. Для этого входы (штекеры) функционального блока «Защита/управление» необходимо логически связать с соответствующими гнездами, предпочтительно с гнездами «Деблокированная команда». Любой сигнал сбоя ведет к отмене управления по выходам QE1, QE2 и QE3 (это вызывает отключение КМ1, КМ2 и КМ3).

Переключение со звезды на треугольник

Для этого Simocode pro V сначала отключает управление контактором KM1 (выход QE1), перед тем как включить управление контактором KM2 (выход QE2) – треугольник. Simocode pro V переключает со звезды на треугольник:

- в функции тока, при токе ниже заданного порогового значения ($I < 90 \% I_e$);
- в функции времени, в соответствии с уставкой параметра «Максимальное время работы в звезде», если ток режима звезды еще не упал ниже этого порога.

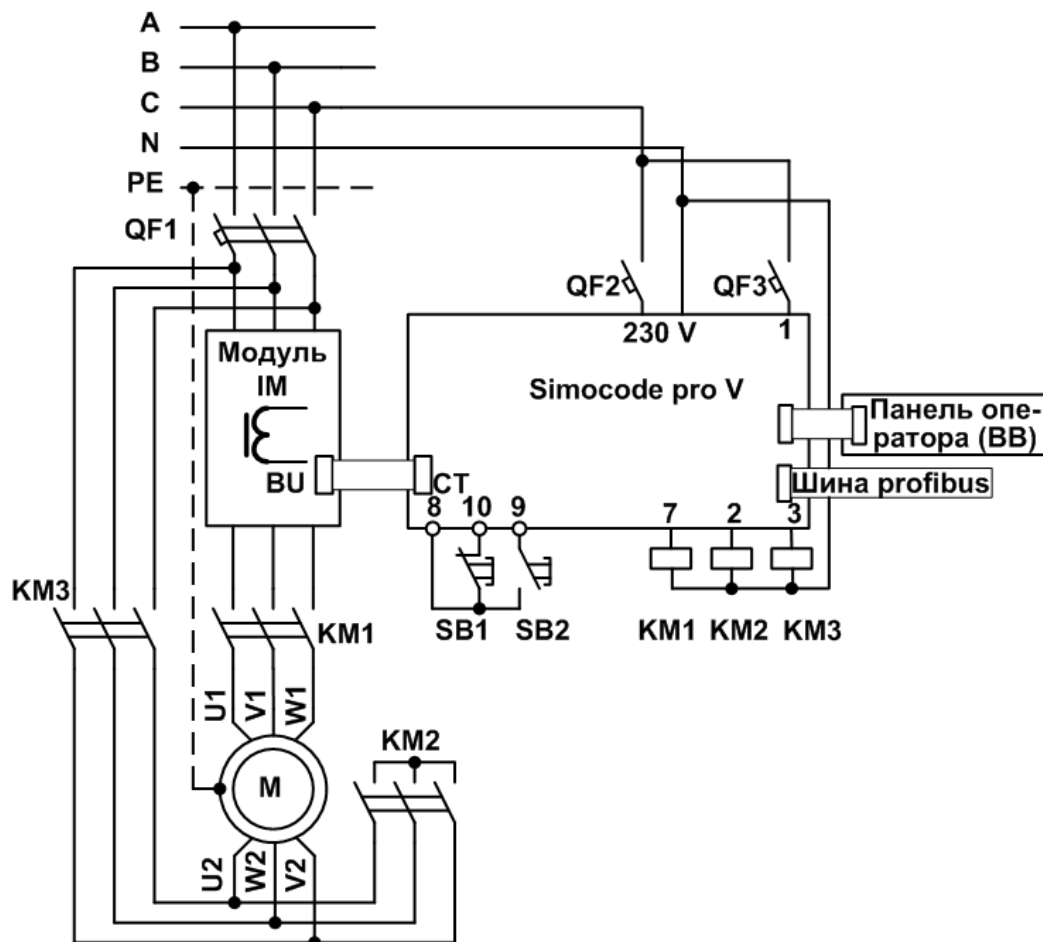


Рис. 3.14. Схема включения Simocode pro V «Пускатель звезда-треугольник»

Если при схеме «звезда-треугольник» используется внутреннее распознавание замыкания на землю, то это может приводить к ошибочным расцеплениям. В режиме треугольника из-за высших гармоник сумма токов не равна нулю.

Если модуль регистрации тока включен в схему треугольника (обычный случай), для функции управления пускателем звезда-треугольник уставка тока должна быть на $1/\sqrt{3}$ меньше.

Пример: $I_n = 100 \text{ А}$; $I_e = I_n \cdot 1/\sqrt{3}$; $I_e = 100 \text{ А} \cdot 1/\sqrt{3} = 57,7 \text{ А}$.

Пауза в переключении

Время переключения со звезды на треугольник можно увеличить путем введения соответствующей паузы. Причина – в двигателях с высоким соотношением пускового тока к номинальному при слишком короткой паузе в переключе-

нии напряжение в сети плюс эдс двигателя могут в определенных случаях вызывать очень большой пусковой ток в треугольнике. Продолжительная пауза снижает эдс двигателя.

Функция управления «Схема Даландера»

Благодаря этой функции управления Simocode pro V может управлять двухскоростными двигателями (режимы: быстро и медленно) (рис. 3.15). При этом Simocode pro V коммутирует обмотку статора через контакторы таким образом, что при низкой частоте вращения задействуется большое число полюсов, а при высокой – малое.



Рис. 3.15. Функциональный блок «Схема Даландера»

Команды управления (рис. 3.16):

- *медленно*: команда «Вкл>» (кнопка SB2) активизирует сначала управление контактором КМ2 (выход QE2) – медленно;
- *быстро*: команда «Вкл>>» (кнопка SB3) активизирует сначала контактор КМ3 (выход QE3) – быстро, и сразу после этого включается контактор КМ1 (выход QE1);
- *стоп*: командой «Откл» (кнопка SB1) отменяется управление контакторами КМ1, КМ2 и КМ3 (соответственно выходы QE1, QE2 и QE3).

Команды могут подаваться на Simocode pro V с любых постов управления. Для этого входы (штекеры) функционального блока «Защита/управление» должны быть логически связаны с соответствующими гнездами, предпочтительно с гнездами «Деблокированная команда управления». Любой сигнал сбоя ведет к отмене управления контакторами КМ1, КМ2 и КМ3.

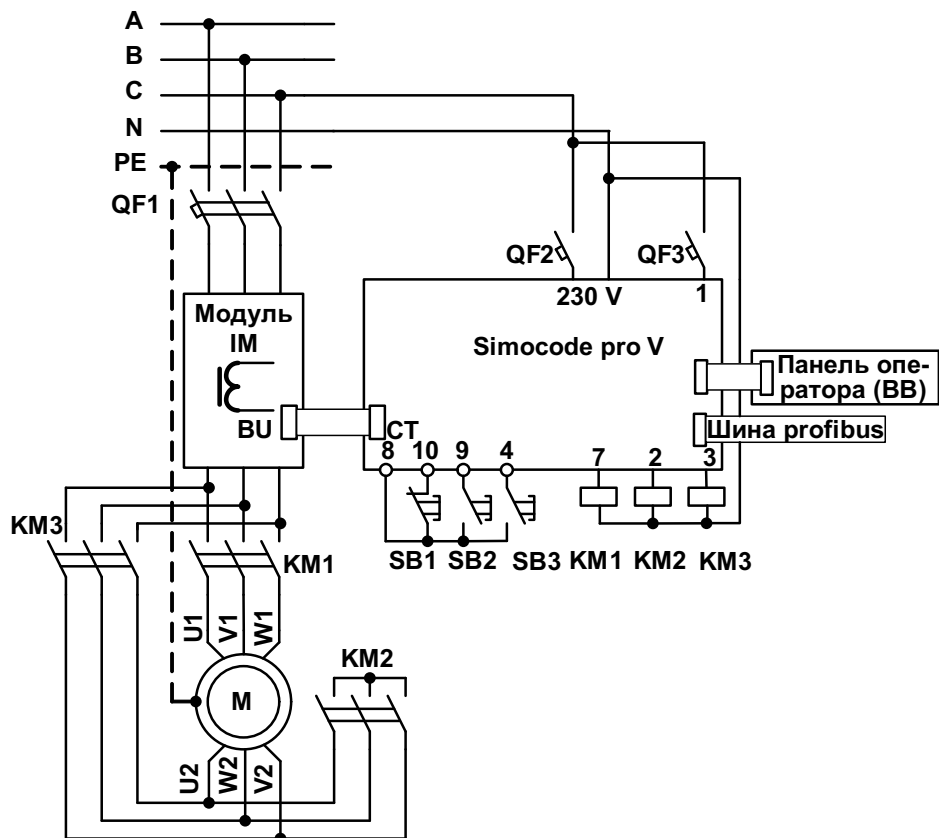


Рис. 3.16. Схема включения Simocode pro V «Схема Даландера»

Переключение скорости

Переключение скорости возможно после того, как погас сигнал «Подтверждение Вкл» (двигатель отключен) и при смене с «быстро» => «медленно», по истечении паузы в переключении: через команду Откл; непосредственно, если активизирован параметр «Сохранение команды переключения». Simocode pro V предотвращает одновременное включение контактора скорости «быстро» с контактором скорости «медленно».

Пауза в переключении

С помощью параметра «Пауза в переключении» можно замедлить переключение с «быстро» на «медленно», чтобы дать двигателю время на выбег.

В этой функции управления необходимо задавать две уставки тока:

- I_{e1} для медленного вращения;
- I_{e2} для быстрого вращения.

В зависимости от диапазона тока во многих случаях токи для обеих частот вращения можно регистрировать напрямую одним единственным трансформатором тока. Иногда при определенных скоростях могут понадобиться два внешних трансформатора тока (например, 3UF18 с номинальным током во вторичной обмотке 1А), вторичные обмотки которого нужно будет пропустить через модуль регистрации тока с диапазоном 0,3...3 А. Уставки тока I_{e1} или I_{e2} необходимо будет пересчитать с учетом вторичных токов внешних преобразователей.

Глава 4. СОЕДИНЕНИЕ УСТРОЙСТВ SIMOCODE PRO

4.1. Входы и выходы устройств Simocode pro

Simocode pro имеет различные выходы, которые представлены в нем различными функциональными блоками. Последние являются интерфейсами, связывающими Simocode pro с внешними устройствами. Внутри Simocode pro выходы отображены в виде разъемов на различных функциональных блоках и путем логического сопряжения могут быть присвоены любым функциям или сигналам.

Выходами могут быть:

- клеммы выходов, снаружи на базовом аппарате, цифровых модулях и аналоговом модуле;
- светодиоды (LED) на блоке управления для визуализации режима работы или различных положений;
- выходы на PROFIBUS DP (циклические и ациклические).

Схема на рис. 4.1 дает общее представление о типах выходов Simocode pro.

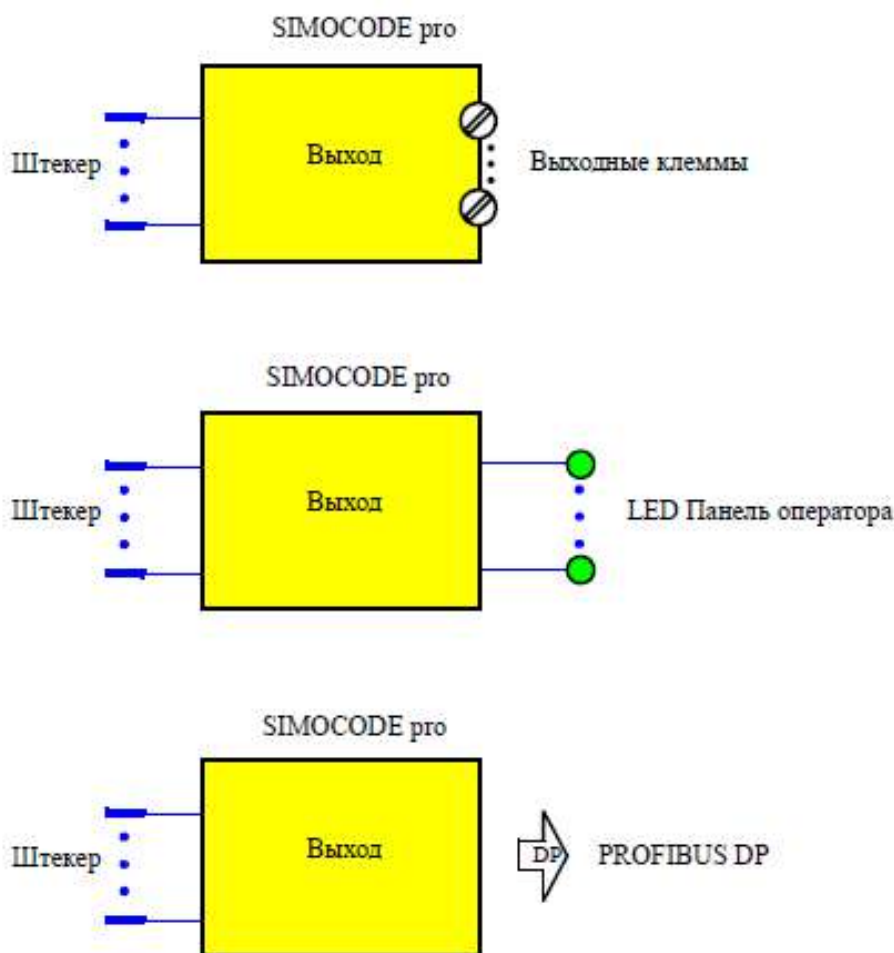


Рис. 4.1. Типы выходов Simocode pro

Выходы служат, к примеру, для управления контакторами двигателей, для индикации состояния или для выдачи сообщений через PROFIBUS DP. В зависимости от типа аппарата и применяемых модулей расширения в системе применяются различные виды выходов (табл. 4.1).

Выходы Simocode pro

Выходы	Simocode	
	pro C	pro V
Выходы базовых аппаратов (выходы GG)	+	+
Светодиоды на панели оператора (BB-LED)	+	+
Выходы цифрового модуля 1 (выходы DM1)	–	+
Выходы цифрового модуля 2 (выходы DM2)	–	+
Выход аналогового модуля (выход AM)	–	+
Ациклические сообщения	+	+
Циклические сообщения	+	+

Выходы базового аппарата

Simocode pro имеет функциональный блок «Выходы GG» с 3 релейными выходами. Через релейные выходы можно, например, включать контакторы или лампы. Для этого нужно логически связать входы (штекеры) функционального блока с соответствующими гнездами (обычно это управление контакторами QE функционального блока защиты/управления).

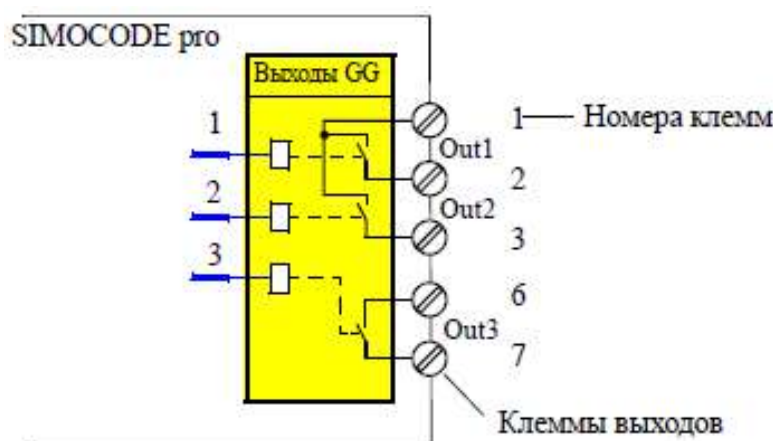


Рис. 4.2. Функциональный блок «Выходы GG»

Функциональный блок «Выходы GG» состоит из 3 штекеров, соответствующих релейным выходам Out1–Out3; 3х реле; выходных клемм. Всего в распоряжении имеется 1 функциональный блок «Выходы GG» в GG1 и GG2 (рис. 4.2).

Светодиоды панели оператора

Simocode pro имеет один функциональный блок «BB-LED для управления 7 произвольно используемыми светодиодами (LED). Светодиоды находятся на панели оператора и могут применяться для индикации различных статусов. Для этого выходы (штекеры) функционального блока «BB-LED» необходимо логически соединить с соответствующими гнездами, например, с гнездами для сигнализации статуса функционального блока защиты/управления.

Функциональный блок «BB-LED» может использоваться только при условии, что панель оператора (BB) подключена и спроектирована в данной конфигурации аппаратов.

Функциональный блок «BB-LED» содержит:

- 4 штекера, от «BB-LED зеленый 1» до «BB-LED зеленый 4», соответствующие зеленым LED; зеленые LED визуальны и конструктивно присвоены кнопкам панели оператора; обычно они сигнализируют о рабочих состояниях двигателя;
- 3 штекера, от «BB-LED желтый 1» до «BB-LED желтый 3», соответствующие желтым LED;
- 4 зеленых LED;
- 3 желтых LED.

Всего имеется 1 функциональный блок «BB-LED» в GG1 и GG2.

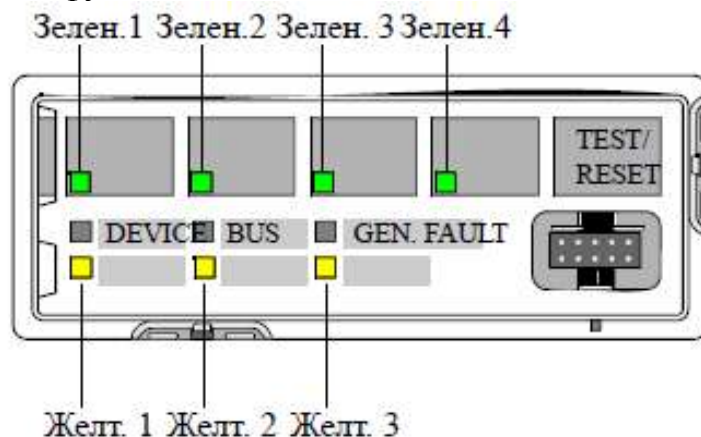


Рис. 4.3. Светодиоды панели оператора

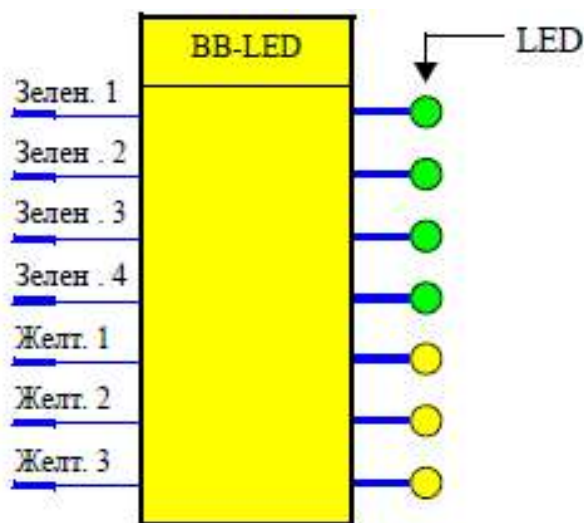


Рис. 4.4. Функциональный блок «BB-LED»

На рис. 4.3 показана лицевая сторона панели оператора со светодиодами, а на рис. 4.4 – функциональный блок «BB-LED».

Выходы цифрового модуля

Simocode pro имеет 2 функциональных блока «выходы DM1» и «выходы DM2», каждый с 2 релейными выходами. Через релейные выходы можно, например, включать контакторы или лампы. Для этого входы штекеров функциональных блоков «выходы DM» необходимо логически связать с соответствующими гнездами (например, функционального блока защиты/управления).

Функциональные блоки «выходы DM» могут использоваться только при условии, что соответствующие цифровые модули (DM) подключены и запроектированы в аппаратной конфигурации.

Каждый функциональный блок имеет:

- 2 штекера, соответствующих релейным выходам Out1, Out2;
- 2 реле;
- выходные клеммы.

Всего имеется: 1 функциональный блок «выходы DM1» в GG2 и 1 функциональный блок «выходы DM2» в GG2.

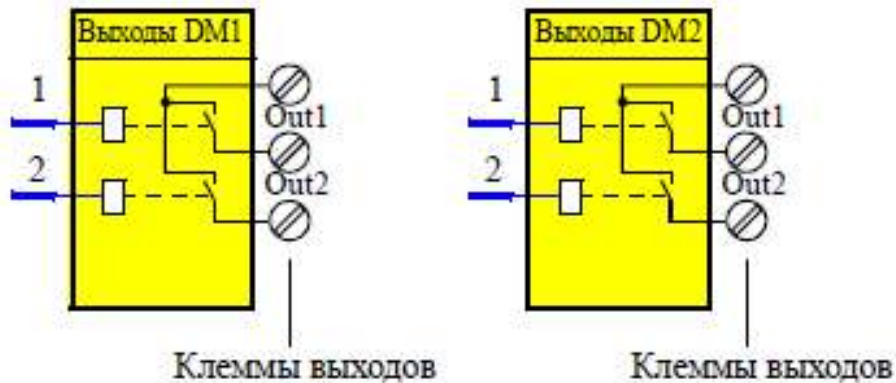


Рис. 4.5. Функциональные блоки «Выходы DM1», «Выходы DM2»

На рис. 4.5 представлены функциональные блоки «выходы DM».

Выход аналогового модуля

С помощью аналогового модуля базовый аппарат 2 может быть расширен одним аналоговым выходом. Соответствующий функциональный блок позволяет выводить любую аналоговую величину, имеющуюся в Simocode pro (2 байта / 1 слово), в виде сигнала 0/4...20 мА, например, на подключенный стрелочный прибор. Путем управления функциональным блоком через штекер «присвоенное аналоговое значение» на выходные клеммы аналогового модуля выводится аналоговый сигнал от 0 до 20 мА или от 4 до 20 мА, эквивалентный любым целым значениям от 0 до 27648.

Функциональный блок «АМ-выход» (рис. 4.6) может использоваться только при условии, что аналоговый модуль (АМ) подключен и запроектирован в данной конфигурации аппаратов.



Рис. 4.6. Функциональный блок «АМ-выход»

Примеры применения функционального модуля «АМ-выход»

Пример 4.1. Вывод текущего значения тока – по всему диапазону тока двигателя (рис. 4.7).

Ток двигателя колеблется в диапазоне от 0 до 8 А. Номинальный ток I_N двигателя при номинальной нагрузке составляет 2 А. Запараметрированная в SIMOCODE ES уставка тока I_e соответствует номинальному току I_N (2 А). Представление текущих значений фазных токов или максимального тока (ток I_{L_1} , I_{L_2} , I_{L_3} , макс. ток I_{max}) осуществляется в Simocode pro соответственно выбранному диапазону в процентах к запараметрированному току уставки I_e :

- 0 А тока двигателя соответствует 0 % от I_e ;
- 8 А тока двигателя соответствуют 400 % от I_e ;
- наименьшая дискрета для текущего тока двигателя в Simocode pro составляет 1 %.

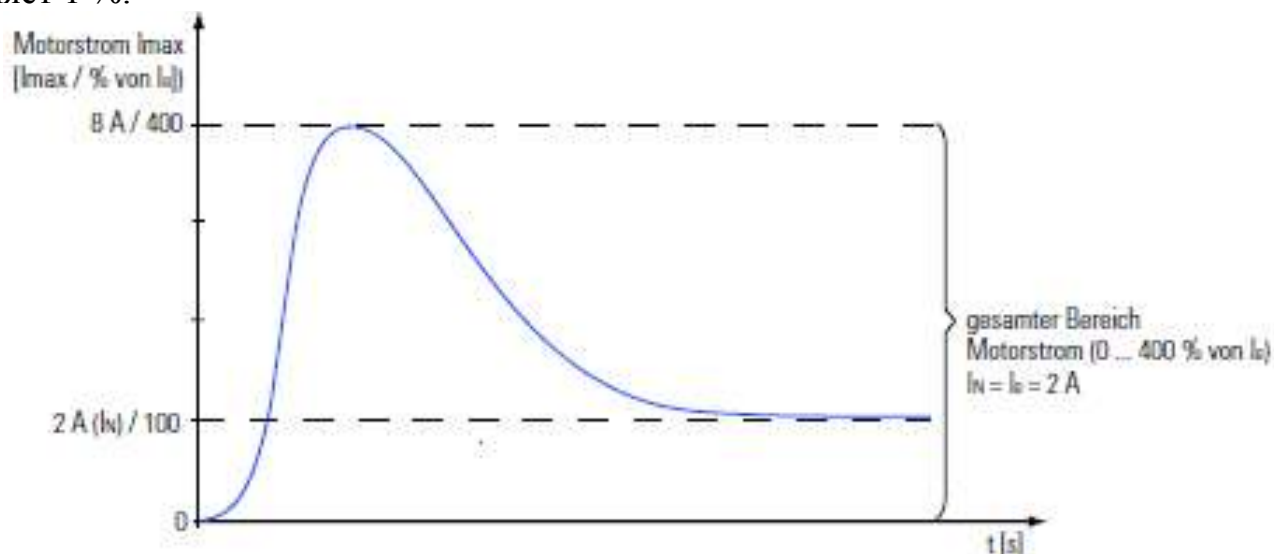


Рис. 4.7. Применение выводов тока электродвигателя ко всему диапазону

Тем самым выбираемое «стартовое значение диапазона» равно 0, выбираемое «конечное значение диапазона» равно 400 (рис. 4.8).

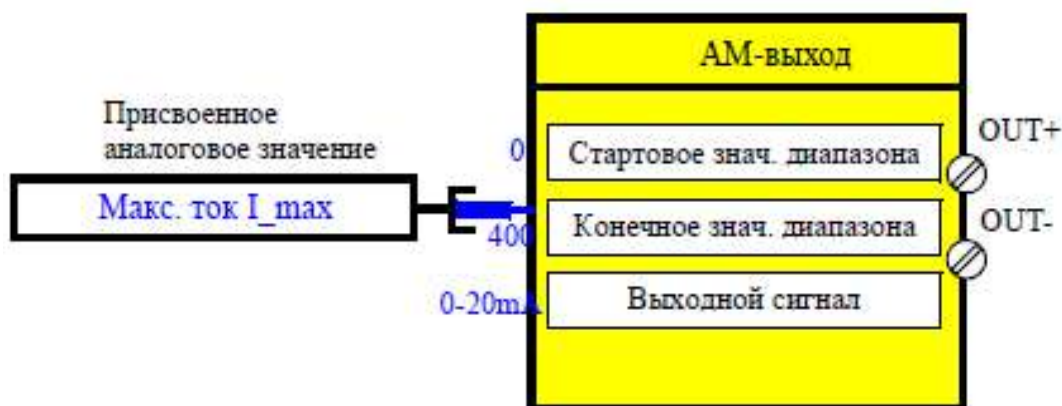


Рис. 4.8. Пример настройки функционального блока «АМ-выход» ко всему диапазону токов электродвигателя

При параметрировании «Выходной сигнал» 0...20 мА и соответствует:

- 0 % тока двигателя: 0 мА на выходе АМ;
- 400 % тока двигателя: 20 мА на выходе АМ.

При параметрировании «Выходной сигнал» 4...20 мА соответствует:

- 0 % тока двигателя: 4 мА на выходе АМ;
- 400 % тока двигателя: 20 мА на выходе АМ.

Пример 4.2. Вывод текущего значения тока двигателя – только части диапазона (диапазона перегрузки) тока двигателя (рис. 4.9).

Ток двигателя колеблется в диапазоне от 0 до 8 А. Номинальный ток I_N двигателя при номинальной нагрузке составляет 2 А. Запараметрированная в SIMOCODE ES уставка тока I_e соответствует номинальному току I_N (2 А). Однако на стрелочном приборе через выход аналогового модуля отображается только диапазон перегрузки (2...8 А). Представление текущих значений фазных токов или максимального тока (ток I_{L_1} , I_{L_2} , I_{L_3} , макс. ток I_{max}) осуществляется в Simocode pro соответственно выбранному диапазону в процентах к запараметрированному току уставки I_e :

- 0 А тока двигателя соответствует 0 % от I_e ;
- 8 А тока двигателя соответствуют 400 % от I_e .

Наименьшая дискрета для текущего тока двигателя в Simocode pro составляет 1 %.

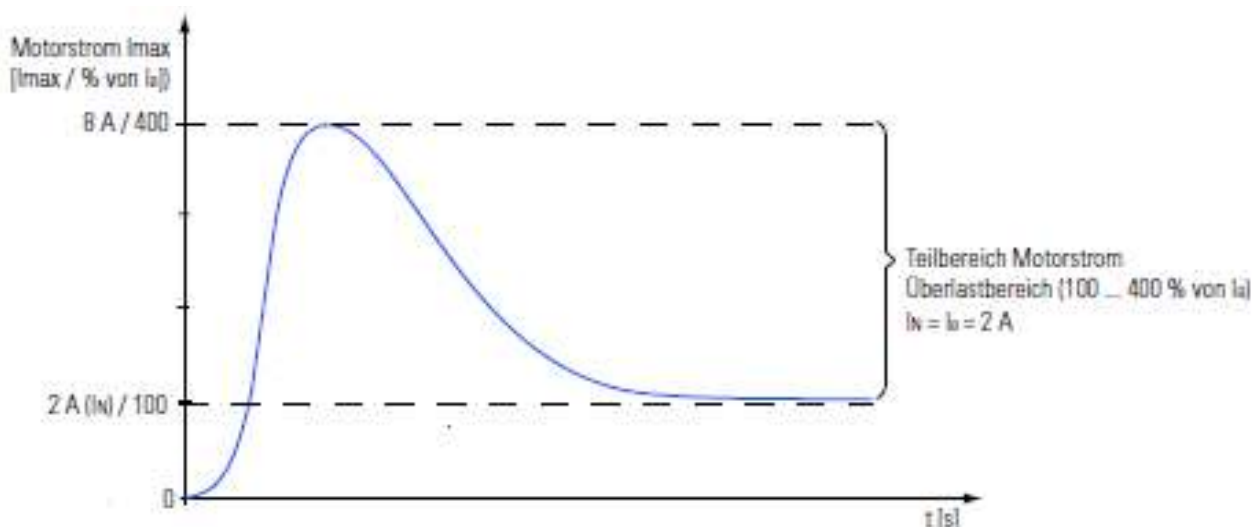


Рис. 4.9. Применение выводов тока электродвигателя в диапазоне перегрузки

Таким образом, выбираемое «стартовое значение диапазона» равно 100, выбираемое «конечное значение диапазона» равно 400 (рис. 4.10).

При параметрировании «Выходной сигнал» 0...20 мА соответствует:

- 100 % тока двигателя: 0 мА на выходе АМ;
- 400 % тока двигателя: 20 мА на выходе АМ.

При параметрировании «Выходной сигнал» 4...20 мА соответствует:

- 100 % тока двигателя: 4 мА на выходе АМ;
- 400 % тока двигателя: 20 мА на выходе АМ.

Simocode pro имеет разные входы, которые представлены в нем различными функциональными блоками. Эти функциональные блоки являются интерфейсами для внешней связи с Simocode pro. Внутри Simocode pro эти входы отображены в соответствующих функциональных блоках в виде гнезд и логически могут быть присвоены любым функциям. Входами могут выступать (рис. 4.11):

- клеммы входов снаружи базовых аппаратов и цифровых модулей;
- кнопки панели оператора (1 кнопка тест/сброс, 4 свободно параметрируемых кнопки) и базовых аппаратов (1 кнопка тест/сброс);
- входы температурного модуля;
- входы аналогового модуля;
- входы PROFIBUS DP (циклические и ациклические).



Рис. 4.10. Пример настройки функционального блока «АМ-выход» в диапазоне токов перегрузки электродвигателя

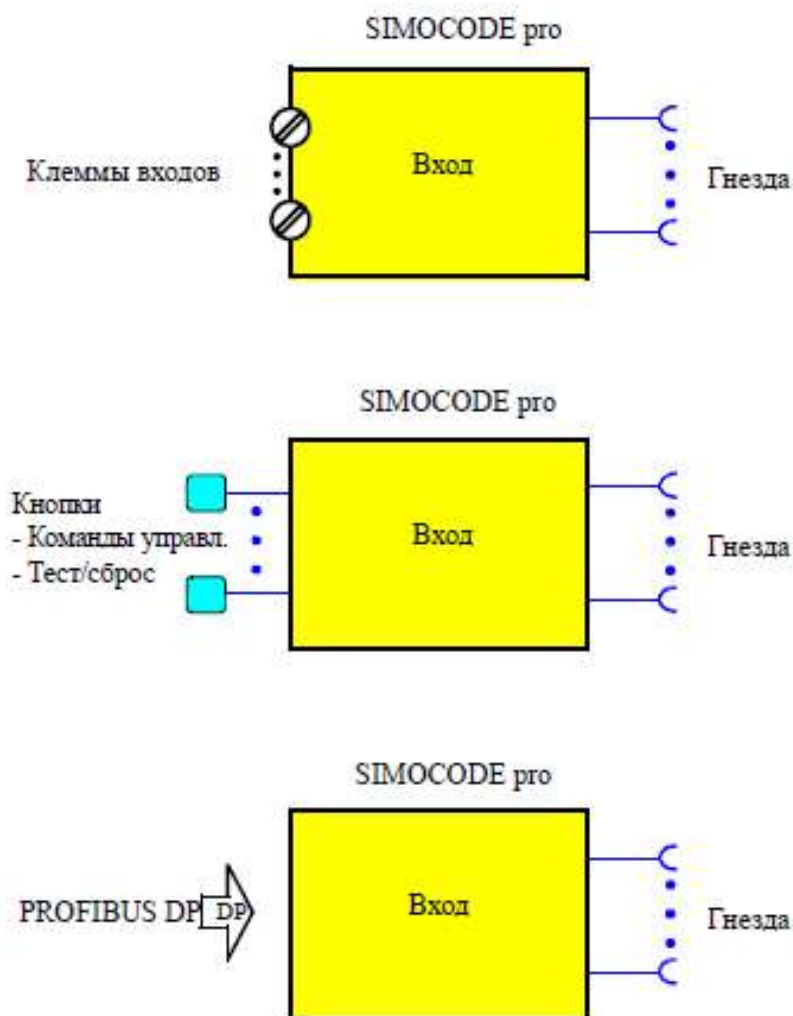


Рис. 4.11. Типы входов Simocode pro

Входы могут служить, например, для ввода внешних сигналов от кнопок, выключателей и др. Эти внешние сигналы обрабатываются внутри соответствующими логическими операциями. В зависимости от типоряда базового аппарата и используемых модулей расширения в системе предусмотрены различные входы (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Входы Simocode pro

Входы	Simocode	
	pro C	pro V
Входы базового аппарата (GG-входы)	3	3
Кнопки блока управления (ВВ-кнопки)	3	3
Входы цифрового модуля 1 (DM1-входы)	–	3
Входы цифрового модуля 2 (DM2-входы)	–	3
Входы температурного модуля (ТМ-входы)	–	3
Входы аналогового модуля (АМ-входы)	–	3
Ациклическое управление	3	3
Циклическое управление	3	3

Входы базового аппарата

Simocode pro имеет один функциональный блок «GG-входы» с четырьмя двоичными групповыми входами. На эти входы, например, пользователь может вывести кнопки локального поста управления. Эти сигналы путем внутреннего коммутирования гнезд функционального блока «GG-входы» могут обрабатываться в Simocode pro. Функциональный блок «GG-входы» состоит:

- из входных клемм снаружи аппарата, соответствующих гнездам «GG-вход 1» – «GG-вход 4»;
- гнезд в Simocode pro, которые могут логически сопрягаться с любыми штекерами, например, на функциональном блоке «Посты управления»;
- гнезда для кнопки «TEST/RESET» (тест/сброс).

Функция кнопки «TEST/RESET», как правило, зависит от рабочего состояния аппарата: функция сброса служит для квитирования поступающих сбоев; функция тестирования служит для тестирования аппарата. Кроме того, кнопке «TEST/RESET» могут присваиваться также другие функции, например, обслуживание модуля памяти и штекера адресации.

Всего в распоряжении имеется функциональный блок «GG-входы» в GG1 и GG2 (рис. 4.12).

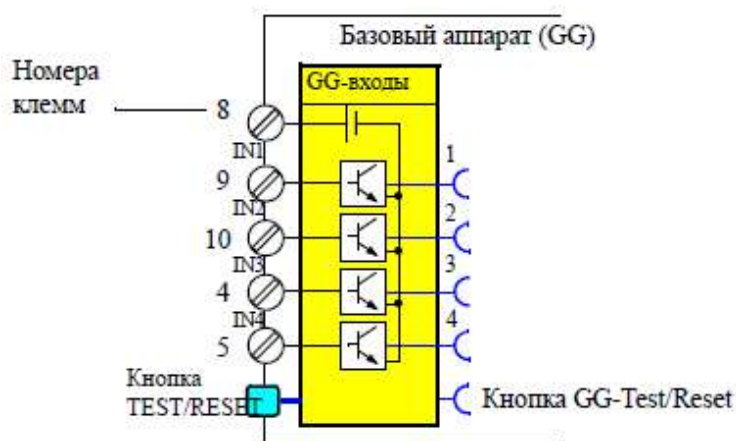


Рис. 4.12. Функциональный блок «GG-входы»

Кнопки панели оператора

Панель оператора имеет кнопки 1...4, а также кнопку «TEST/RESET». Соответственно в Simocode pro предусмотрен функциональный блок «ВВ-кнопки» с 5 гнездами.

Функциональный блок «ВВ-кнопки» может использоваться только при условии, что панель оператора (ВВ) подключена и предусмотрена в конфигурации аппаратов (рис. 4.13).

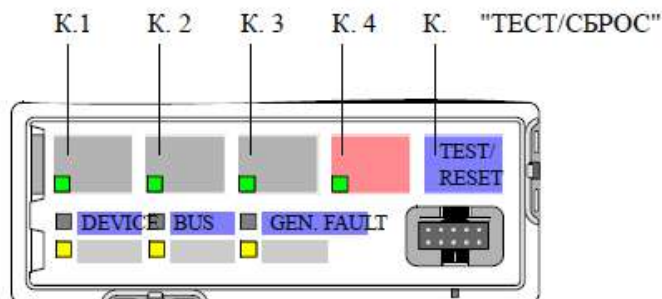


Рис. 4.13. Кнопки панели оператора

Кнопки 1...4 обычно предусматриваются для ввода команд управления для фидера двигателя (рис. 4.14). Такими командами, например, могут быть:

- двигатель ВКЛ. (Вкл>), двигатель ОТКЛ (Откл.) на прямом пускателе.
- двигатель ВЛЕВО (Вкл<), двигатель ОТКЛ (Откл.), двигатель ВПРАВО (Вкл>) на реверсивном пускателе.
- двигатель МЕДЛЕННО (Вкл>), двигатель БЫСТРО (Вкл>>), двигатель ОТКЛ (Откл.) в схеме Даландера.

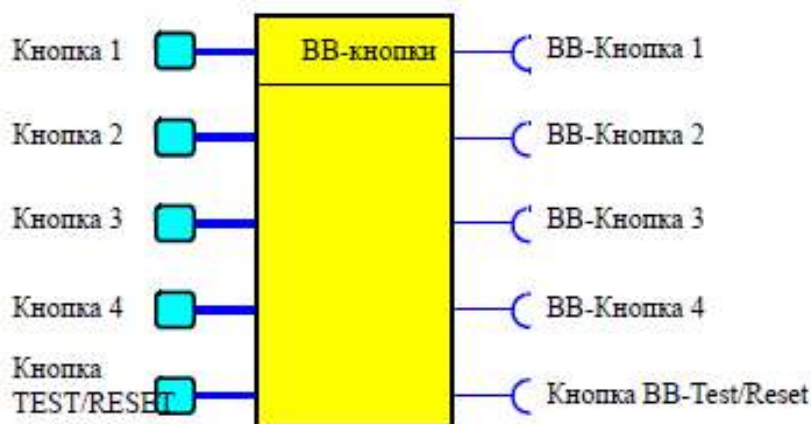


Рис. 4.14. Функциональный блок «ВВ-кнопки»

Однако кнопки 1...4 не имеют жесткого присвоения к указанным командам управления и путем других внутренних соединений соответствующих гнезд функционального блока могут быть присвоены в Simocode pro другим функциям.

Функция кнопки «TEST/RESET», как правило, присваивается жестко:

- функция сброса для квитирования поступающих сбоев;
- функция тестирования аппарата (контроля);
- обслуживание модуля памяти или штекера адресации.

Тем не менее, статус кнопки «TEST/RESET» может быть «перехвачен» в соответствующем гнезде функционального блока и присвоен другим функциям в Simocode pro.

Входы цифрового модуля

Simocode pro имеет два функциональных блока «DM-входы», каждый с четырьмя двоичными, групповыми входами. С этими входами, например, можно соединить кнопки локального поста управления. Их сигналы путем внутренней коммутации гнезд функциональных блоков «DM-входы» могут подвергаться дальнейшей обработке в Simocode pro.

Функциональные блоки «DM-входы» могут использоваться только при условии, что соответствующие цифровые модули (DM) подключены и предусмотрены проектом в конфигурации аппаратов. Каждый функциональный блок «DM-входы» состоит (рис. 4.15):

- из входных клемм снаружи цифрового модуля, соответствующих гнездам от «DM-вход 1» до «DM-вход 4»;
- гнезд в Simocode pro, которые могут логически сопрягаться с любыми штекерами, например, с функциональным блоком «Посты управления».

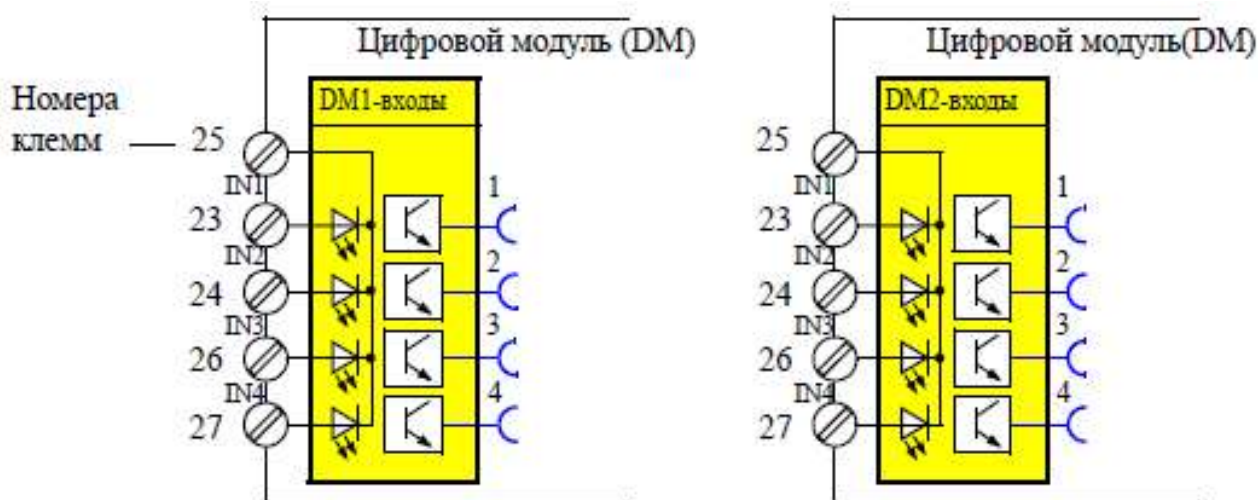


Рис. 4.15. Функциональные блоки «DM-входы»

Всего имеется 1 функциональный блок «DM1-входы» и «DM2-входы» в GG2.

Входы температурного модуля

Simocode pro имеет один функциональный блок «ТМ-входы» с тремя аналоговыми гнездами, соответствующими 3 измерительным контурам датчиков температурного модуля. С этих гнезд можно индивидуально снимать температуру трех измерительных контуров в °С и обрабатывать внутри аппарата. Еще одно аналоговое гнездо дополнительно всегда выдает максимальную температуру по результатам трех измерений. Два двоичных гнезда функционального блока отображают, помимо того, состояние измерительных контуров датчиков. Температуры могут обрабатываться внутри и/или через функциональные блоки «Циклические сообщения» циклически передаваться в систему автоматизации.

Пользоваться функциональным блоком «ТМ-входы» можно только при условии, что температурный модуль (ТМ) подключен и предусмотрен проектом в конфигурации аппаратов (рис. 4.16).

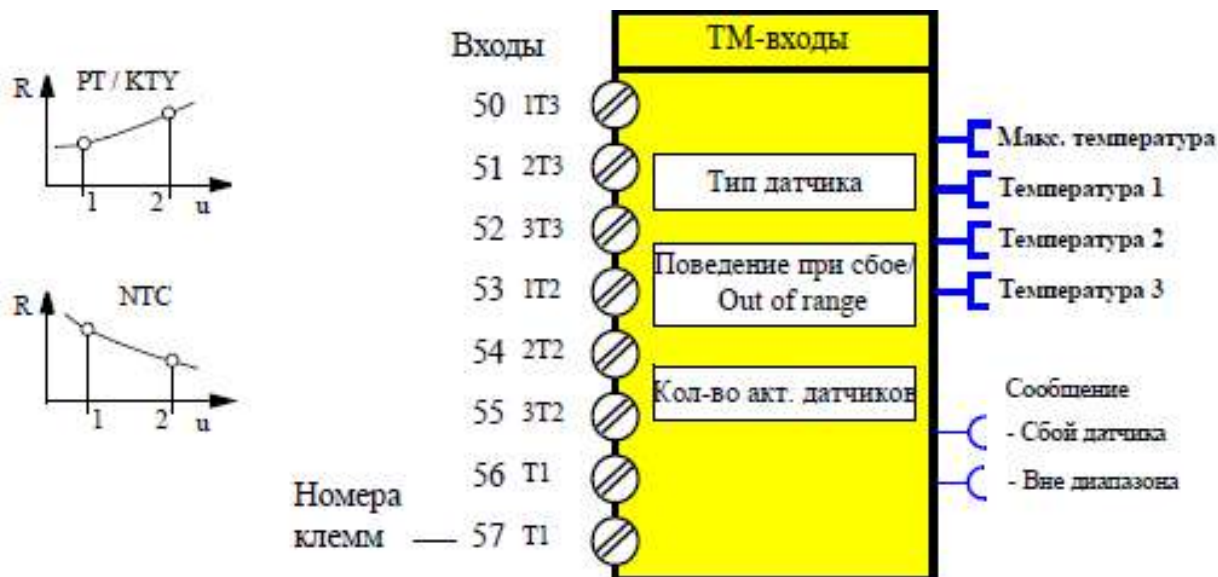


Рис. 4.16. Функциональный блок «ТМ-входы»

Предусмотрена возможность подключения до трех двухпроводных или трехпроводных температурных датчиков.

Входы аналогового модуля

Simocode pro имеет один функциональный блок «АМ-входы» с двумя аналоговыми гнездами, соответствующими двум аналоговым входам аналогового модуля. На этих гнездах можно снимать текущее аналоговое значение того или иного входа и подвергать его внутренней обработке. Еще одно двоичное гнездо функционального блока отображает кроме того состояние аналоговых измерительных контуров. Аналоговые величины могут обрабатываться внутри и/или через функциональный блок «Циклические сообщения» циклически передаваться в систему автоматизации.

Функциональный блок «АМ-входы» может использоваться только при условии, что аналоговый модуль (АМ) подключен и предусмотрен проектом конфигурации аппаратов (рис. 4.17).

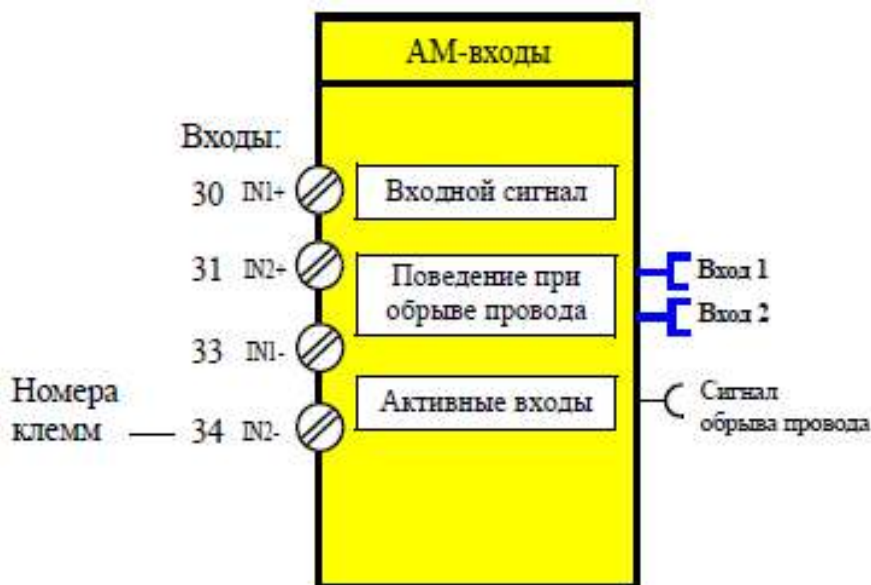


Рис. 4.17. Функциональный блок «АМ-входы»

4.2. Соединение устройств Simocode pro

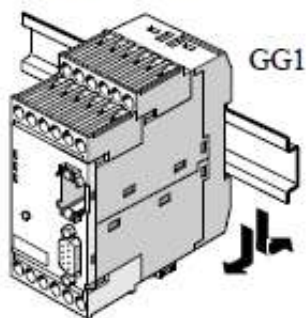
Базовые аппараты и модули расширения

Компоненты системы можно крепить следующим образом:

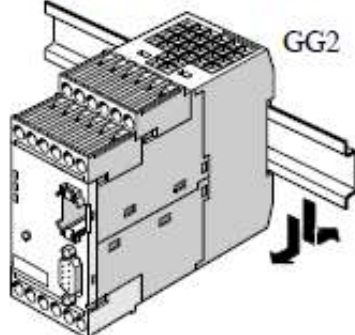
- защелкиванием без помощи инструмента на монтажной рейке 35 мм;
- защелкиванием базовых аппаратов без инструмента на модулях регистрации тока шириной 45 мм и 55 мм (до 100 А) со встроенной рейкой;
- на винтах с помощью крепежных лапок и винтов на плоской поверхности.

Крепление защелкиванием на монтажной рейке

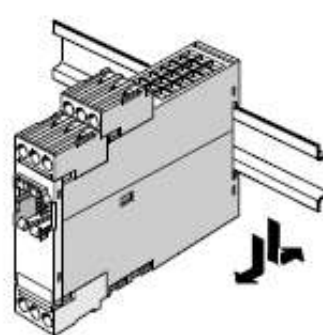
SIMOCODE pro C



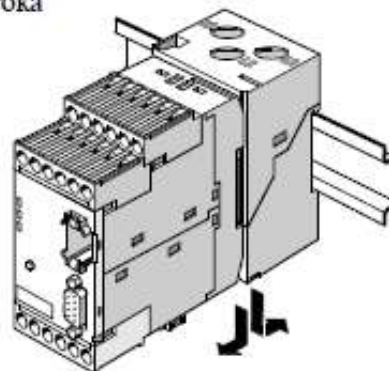
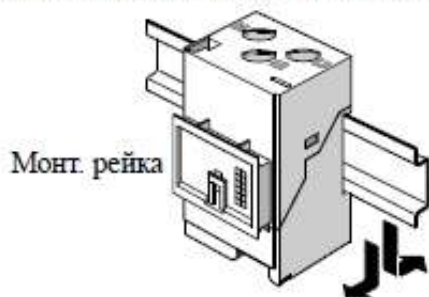
SIMOCODE pro V
с увеличенной глубиной монтажа



Модуль расширения



Крепление защелкиванием на модуле регистрации тока
напр., токовый модуль шириной 45 мм с GG1



Крепление на винтах

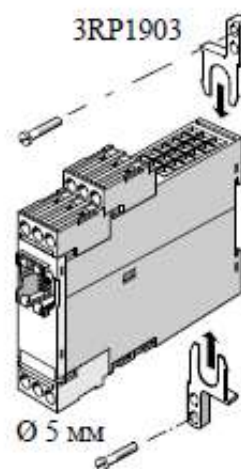
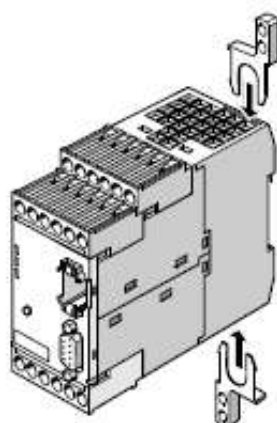
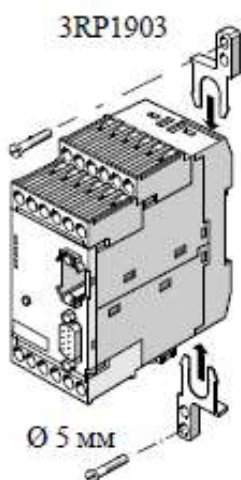


Рис. 4.18. Монтаж базового аппарата

Эти крепежные лапки подходят только для базовых аппаратов и модулей расширения (рис. 4.18).

Модули регистрации тока

Эти компоненты системы крепятся следующим образом (рис. 4.19):

- модули регистрации тока до 100 А: на монтажной рейке или на винтах с помощью крепежных лапок и винтов на ровной поверхности; эти крепежные лапки пригодны только для токовых модулей и модулей регистрации тока/напряжения; в модулях регистрации тока до 25 А для монтажа потребуется дополнительная проставка длиной 25 мм;
- токовые модули до 200 А – монтаж на рейке или на крепежных винтах;
- токовые модули до 630 А – крепление на винтах.

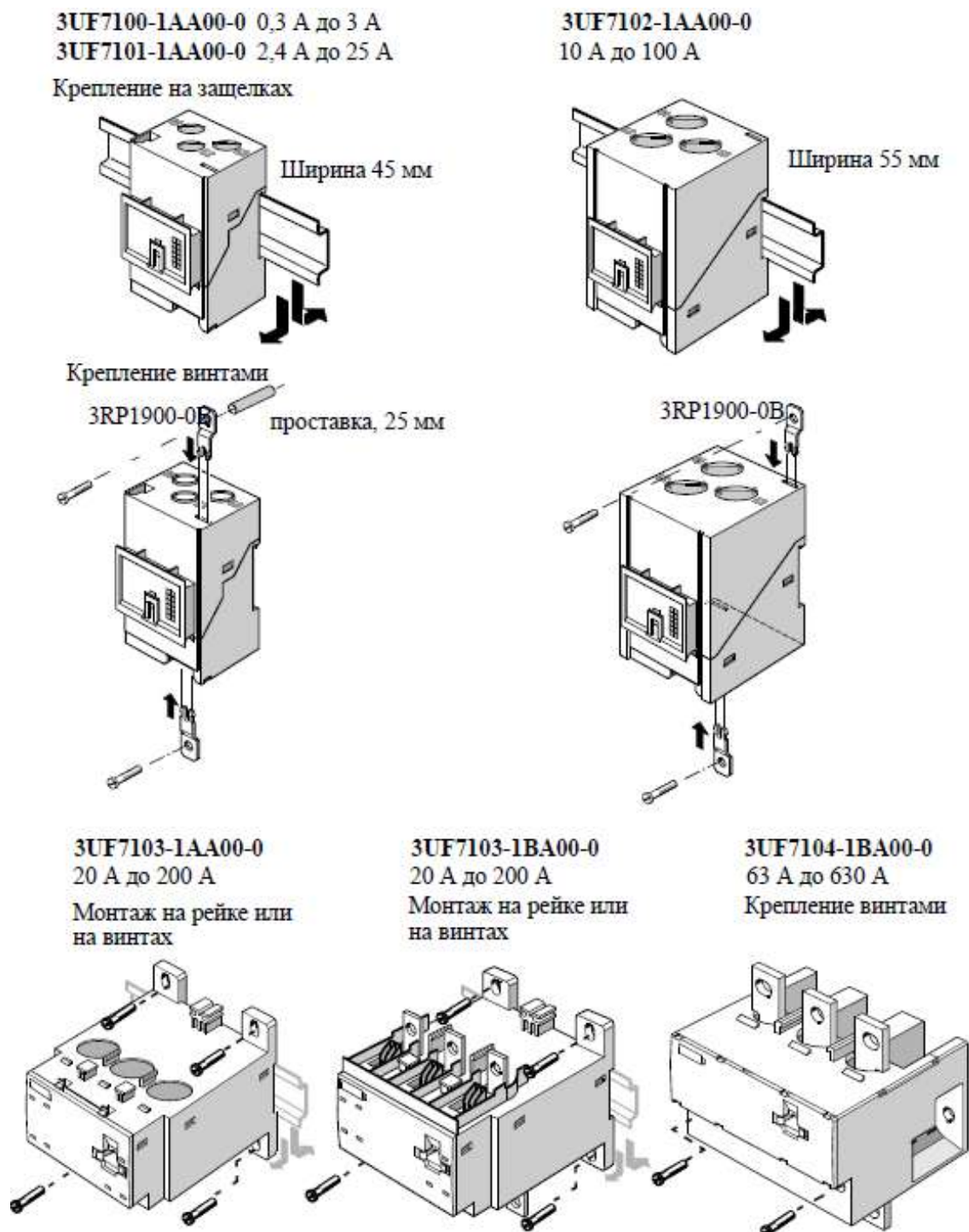


Рис. 4.19. Монтаж модулей регистрации тока

Модули регистрации тока/напряжения

Компоненты системы могут крепиться следующим образом (рис. 4.20):

- модули регистрации тока/напряжения до 100 А: монтаж на рейке или крепление винтами с помощью крепежных лапок и винтами на плоской поверхности; эти крепежные лапки пригодны только для модулей регистрации тока/напряжения (модулей регистрации тока); для монтажа модулей регистрации тока/напряжения до 25 А дополнительно потребуется проставка длиной 25 мм;
- модули регистрации тока/напряжения до 200 А: монтаж на рейке или крепление на винтах;
- модули регистрации тока/напряжения до 630 А: крепление на винтах.

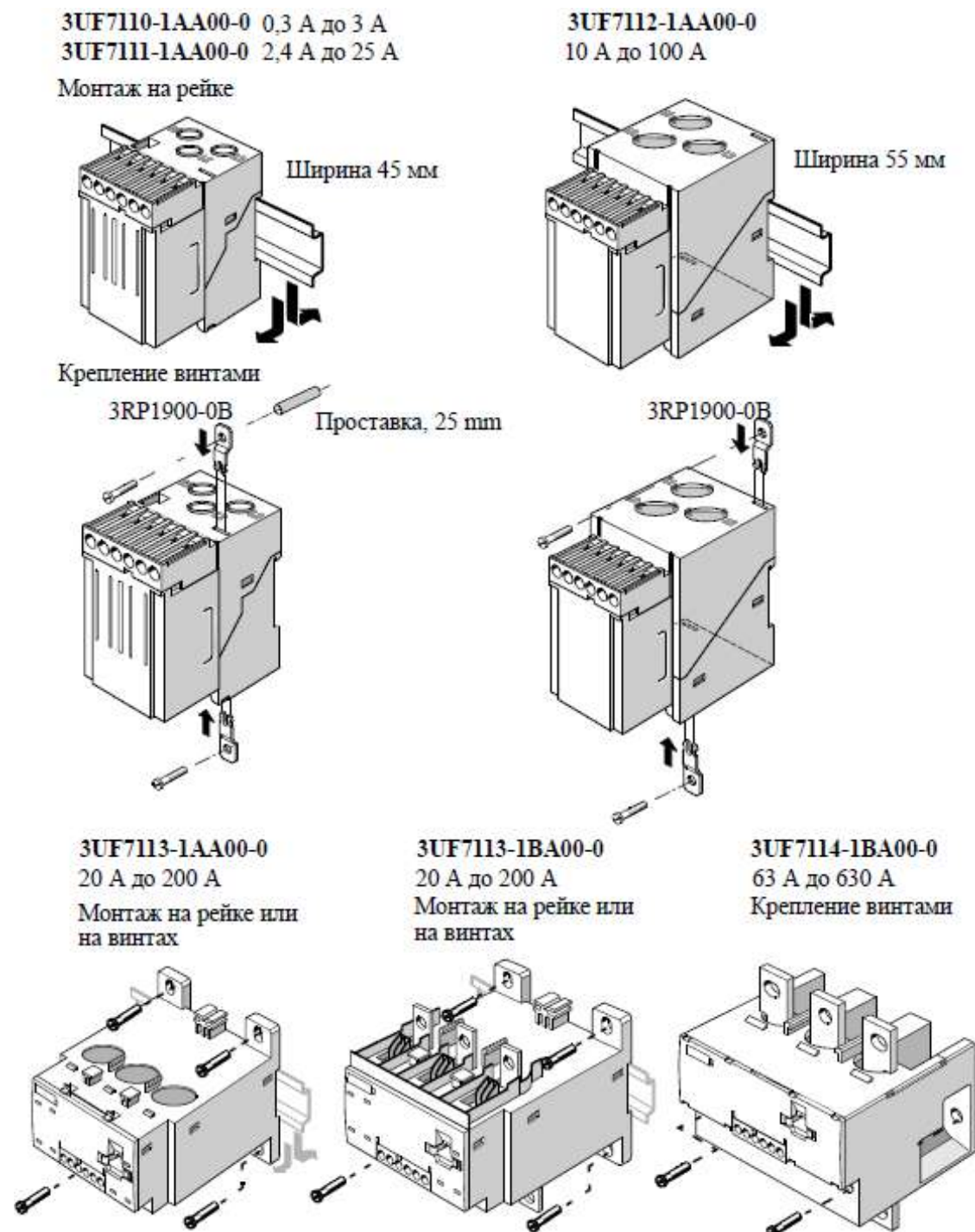


Рис. 4.20. Монтаж модулей регистрации тока/напряжения

Панель оператора

Панель оператора предназначена для установки, например, на лицевых панелях центров управления двигательными нагрузками (МСС) или в дверях электрошкафов. Для этого необходимо выполнить действия, перечисленные в табл. 4.3. последовательность ее монтажа показана на рис. 4.21.

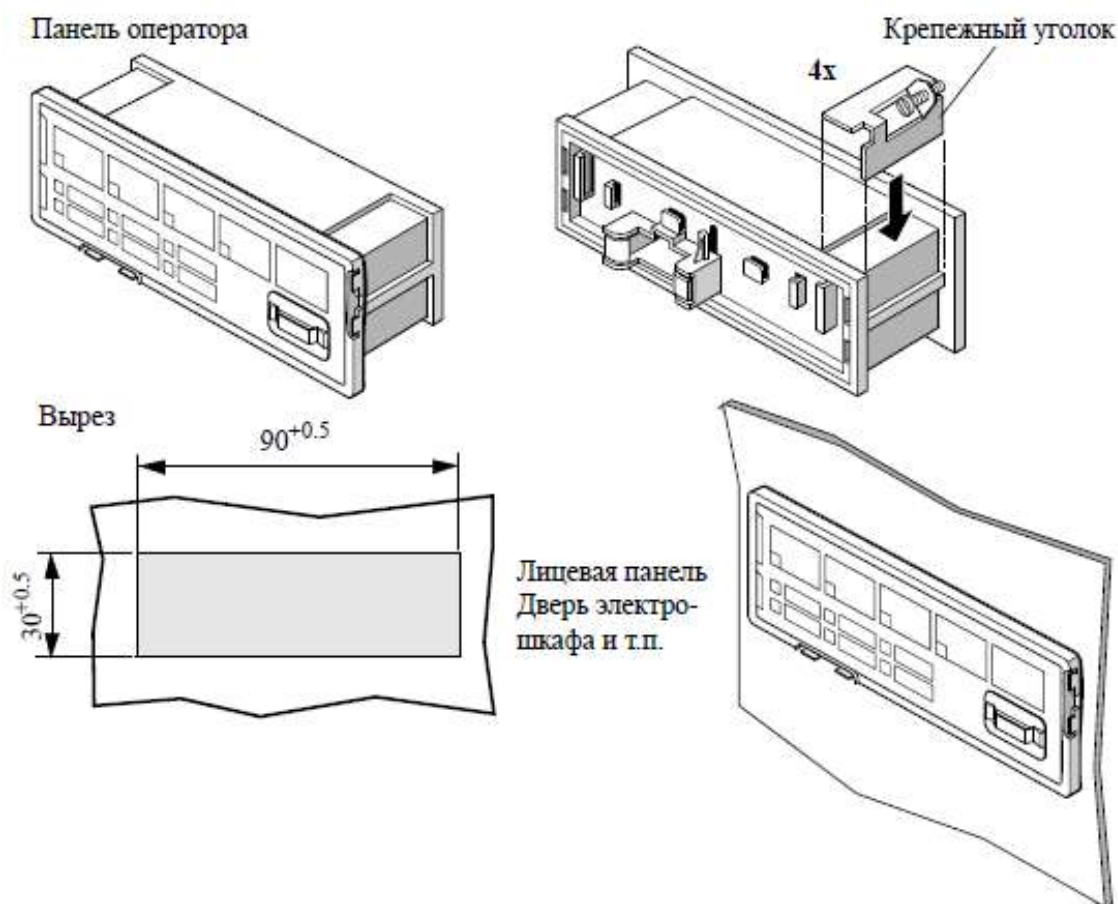


Рис. 4.21. Монтаж панели оператора

Таблица 4.3

Последовательность по установке блока управления

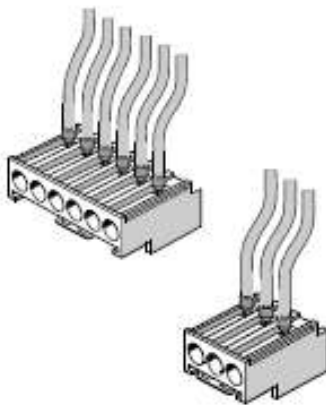

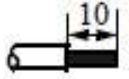
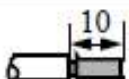
Шаг	Описание
1	Сделать вырез в лицевой панели или дверце шкафа (см. рис. 4.21)
2	Вставить панель оператора в вырез
3	Зашелкнуть 4 крепежных уголка на углах блока управления
4	Закрепить панель оператора, затянув 4 винта в крепежных уголках

Электрический монтаж

Базовые аппараты и модули расширения оснащены съемными клеммами. При замене аппаратов проводку можно не отсоединять. Съемные клеммы имеют механическую кодировку определенного положения.

Сечение проводников на всех аппаратах одинаковое. В приводимой табл. 4.4 указаны сечения проводников, длина удаления изоляции и моменты затяжки проводников в съемных клеммах.

Сечения проводников, длина удаления изоляции и моменты затяжки проводников

Съемные клеммы	Отвертки	Момент затяжки
	 PZ2/ Ø 5 мм - 6 мм	TORQUE: 7 LB.IN - 10.3 LB.IN 0,8 Нм - 1,2 Нм
	Удаление изоляции	Сечение проводников
	 одножильный	2x 0,5 мм ² - 2,5 мм ² / 1x 0,5 мм ² - 4 мм ² 2x AWG 20 to 14 / 1x AWG 20 to 12
	 многожильн. с гильзой/ без гильзы	2x 0,5 мм ² - 1,5 мм ² / 1x 0,5 мм ² - 2,5 мм ² 2x AWG 20 to 16 / 1x AWG 20 to 14

Ввод питания на входы базового аппарата

Есть три варианта подачи питания на входы (рис. 4.22).

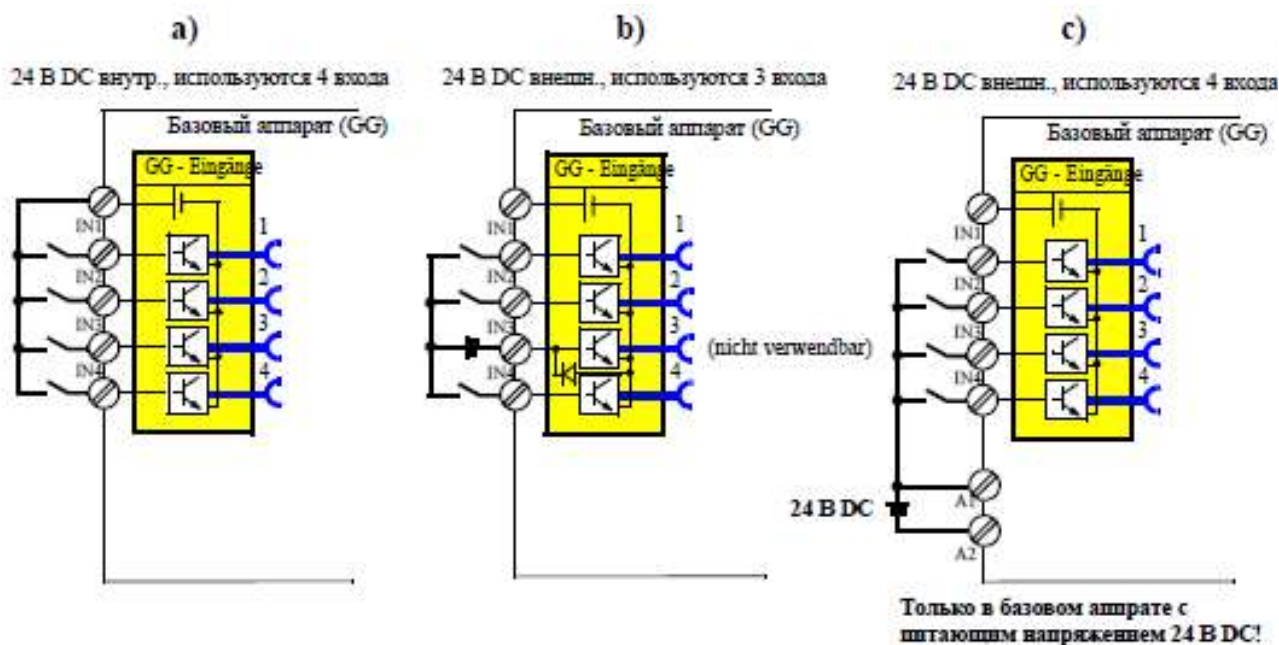


Рис. 4.22. Подача напряжения 24 В DC для питания входов:

a – 24 В DC внутреннее, используются 4 входа; *b* – 24 В DC внешнее; при этом вход 3 является опорным потенциалом, т.е. в распоряжении пользователя 3 входа; *c* – 24 В DC внешнее; только для базового аппарата с питанием 24 В DC (используются 4 входа)

Все входы одностороннего действия, т.е. состояния сигналов на соседних входах на них не влияет.

Распределение контактов в базовых аппаратах

В табл. 4.5 показано распределение контактов съемных клемм, а на рис. 4.23 приведен пример подключения базового аппарата.

Таблица 4.5

Распределение контактов съемных клемм в базовых аппаратах

Контакт	Назначение	
Верхние клеммы		
1	Общий зажим для выходов реле 1 и 2	
2	Выход реле OUT1	
3	Выход реле OUT2	
4	Цифровой вход IN3	
5	Цифровой вход IN4	
T2	Подключ. термистора (двоичный PTC)	
6	Выход реле OUT3	
7	Выход реле OUT3	
8	24 В DC только для IN1 - IN4	
9	Цифровой вход IN 1	
10	Цифровой вход IN2	
T1	Подключ. термистора (двоичный PTC)	
Нижние клеммы		
A1	Питание, зажим 1	
A2	Питание, зажим 2	
A	PROFIBUS DP, зажим А	
B	PROFIBUS DP, зажим В	
SPE/PE	Экран/РЕ	

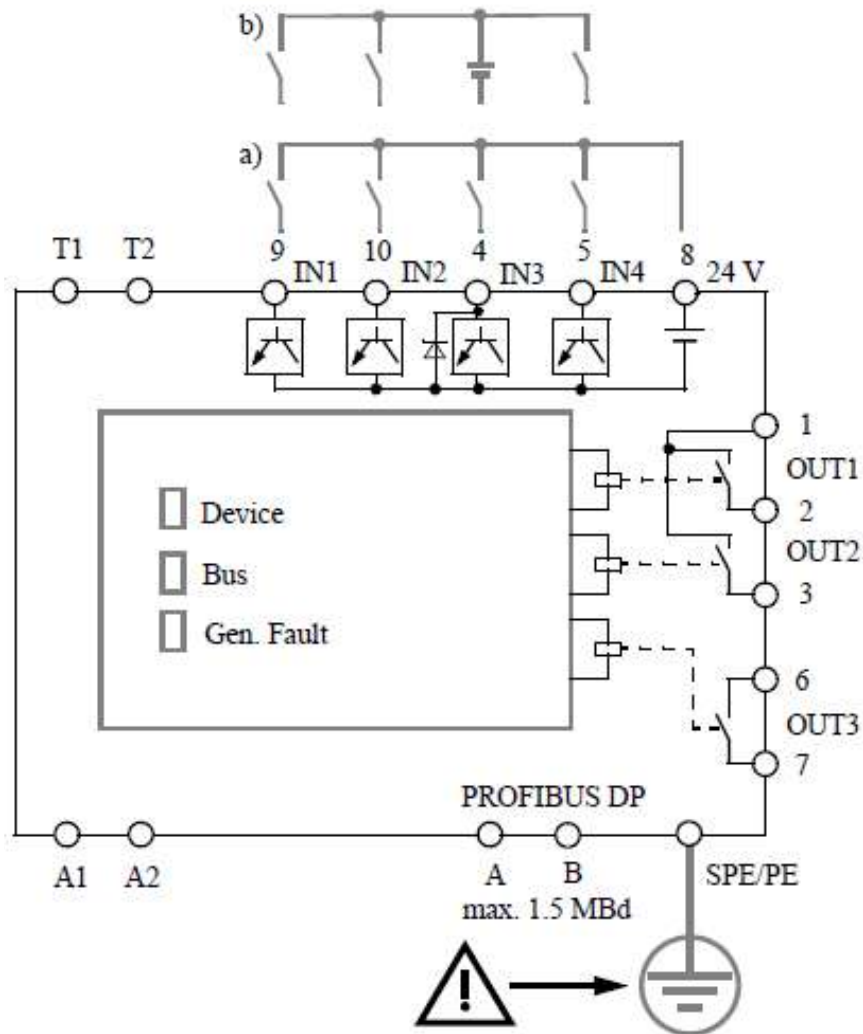


Рис. 4.23. Пример схемы подключения базового аппарата

Питание входов цифровых модулей (рис. 4.24):

- цифровые модули с питанием на входах 24 В DC;
- цифровые модули с питанием на входах 110...240 В AC/DC.

24 В DC внешнее

110 В - 240 В AC/DC внешнее

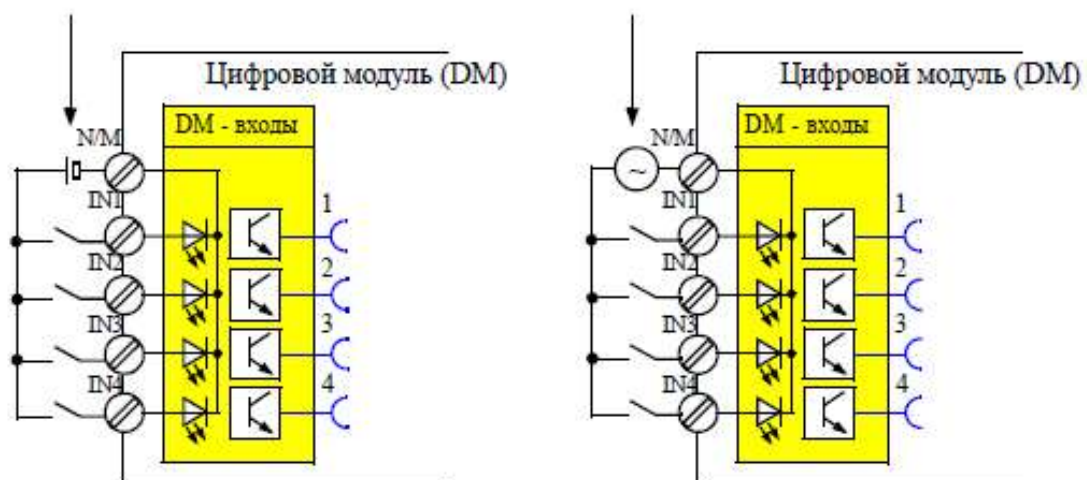


Рис. 4.24. Питание входов цифровых модулей

Распределение контактов в цифровых модулях

В табл. 4.6 показано распределение контактов съемных клемм цифрового модуля, на рис. 4.25 показан пример схемы подключения цифрового модуля.

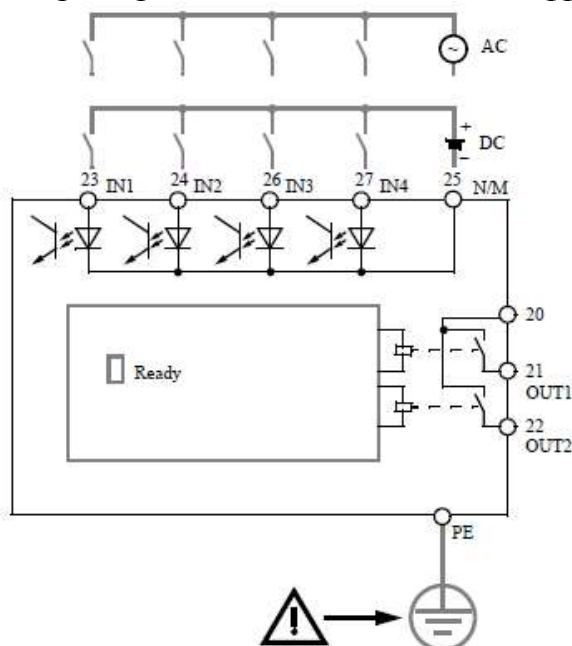


Рис. 4.25. Пример схемы подключения цифрового модуля

Таблица 4.6

Распределение контактов съемных клемм цифрового модуля

Контакт	Назначение
Верхние клеммы	
20	Общий контакт для выходов реле 1 и 2
21	Выход реле OUT1
22	Выход реле OUT2
23	Цифровой вход IN1
24	Цифровой вход IN2
25	N/M для IN1 - IN4
Нижние клеммы	
26	Цифровой вход IN3
27	Цифровой вход IN4
PE	PE

В табл. 4.7 показано распределение контактов съемных клемм модуля замыкания на землю, на рис. 4.26 показан пример схемы его подключения.

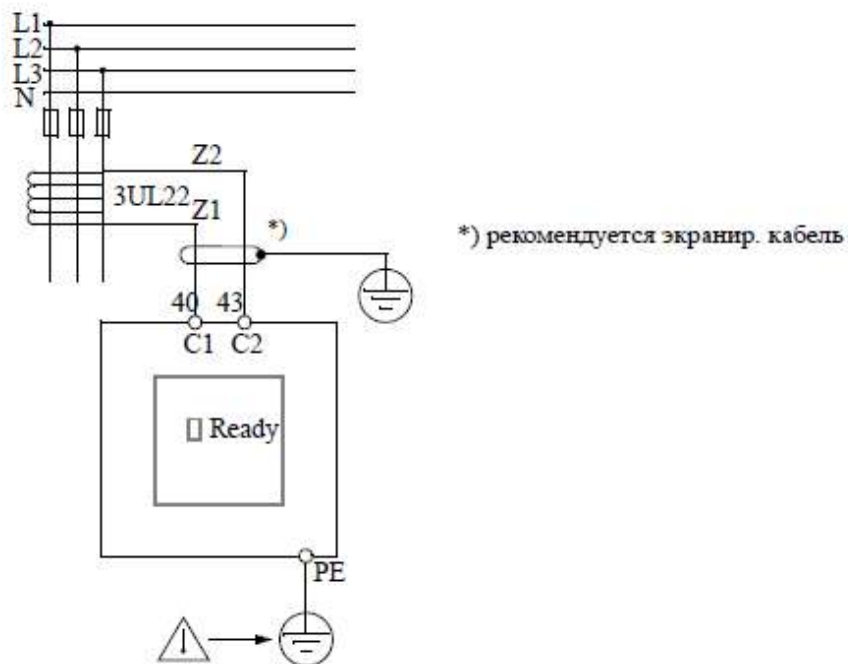


Рис. 4.26. Пример схемы подключения модуля замыкания на землю

Таблица 4.7

Распределение контактов съемных клемм модуля замыкания на землю

Контакт	Назначение
Верхние клеммы	
40	Вход C1 суммирующий тр-р тока
43	Вход C2 суммирующий тр-р тока
Нижние клеммы	
PE	PE

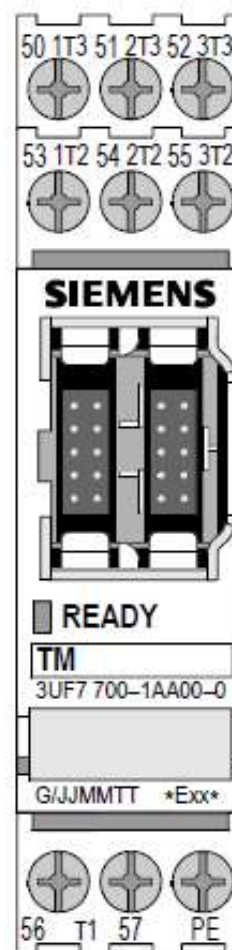
В табл. 4.8 показано распределение контактов съемных клемм температурного модуля, на рис. 4.27 показан пример схемы его подключения.

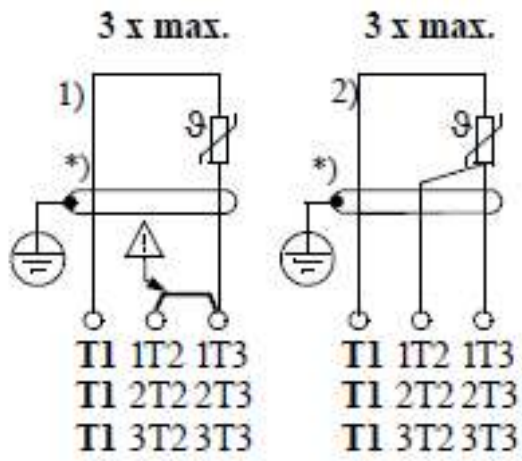
Предусмотрена возможность подключения до трех 2- или 3-проводных датчиков температуры: 2-проводные датчики температуры – поставить перемычку между клеммами T2 и T3. При использовании трех датчиков дважды задействуйте клемму 56 или 57.

Таблица 4.8

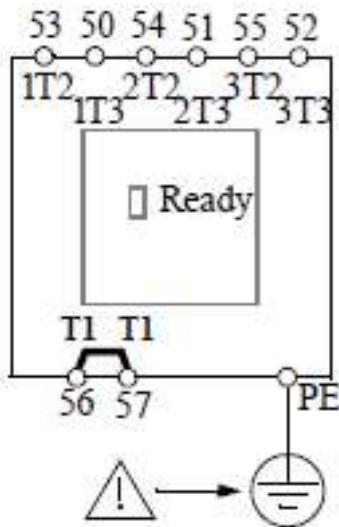
Распределение контактов съемных клемм температурного модуля

Контакт	Назначение
Верхние клеммы	
50	Вход T3, температурный датчик 1
51	Вход T3, температурный датчик 2
52	Вход T3, температурный датчик 3
53	Вход T2, температурный датчик 1
54	Вход T2, температурный датчик 2
55	Вход T2, температурный датчик 3
Нижние клеммы	
56	Вход T1, температурные датчики 1 - 3
57	Вход T1, температурные датчики 1 - 3
PE	Экран PE





*) Рекомендуется экранированный кабель



Датчик температуры NTC:

NTC Type: B 57227-K333-A1
 Q 63022-K7182-SR



Рис. 4.27. Пример схемы подключения температурного модуля

В табл. 4.9 показано распределение контактов съемных клемм аналогового модуля, на рис. 4.28 показан пример схемы его подключения.

Распределение контактов съемных клемм аналогового модуля

Контакт	Назначение
Верхние клеммы	
30	Аналоговый вход IN1+
31	Аналоговый вход IN2+
33	Аналоговый вход IN1-
34	Аналоговый вход IN2-
Нижние клеммы	
36	Аналоговый выход OUT+
37	Аналоговый выход OUT-
PE	PE

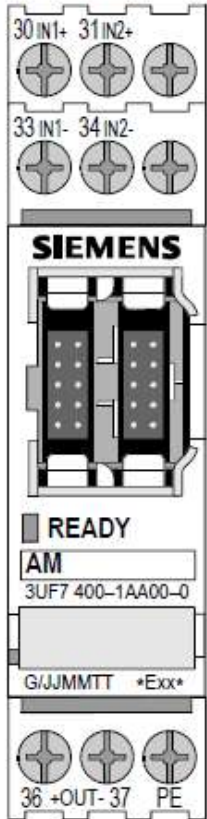
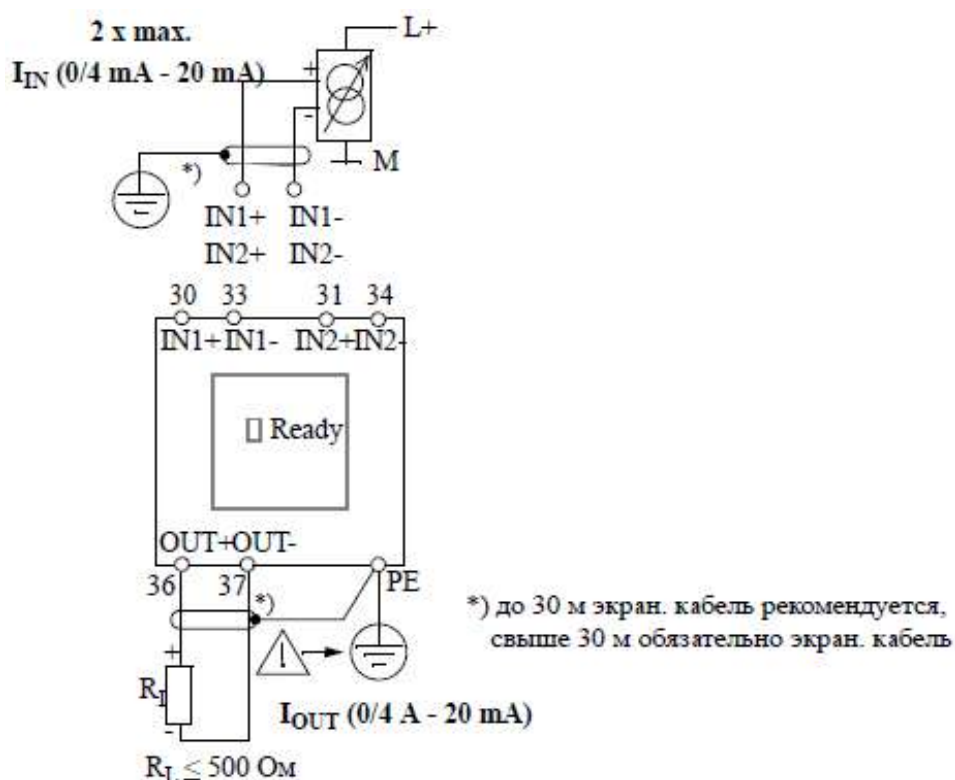



Рис. 4.28. Пример схемы подключения аналогового модуля

Модули регистрации тока


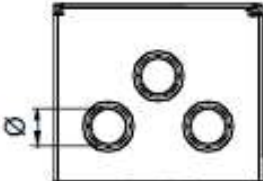

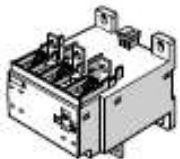
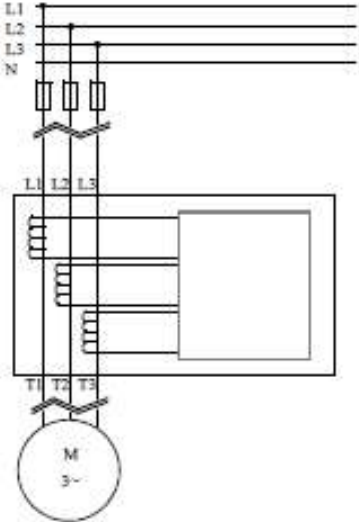
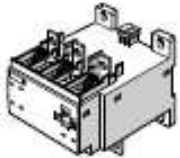
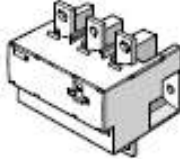
В зависимости от тока двигателя выбирают соответствующий модуль регистрации тока:

- проходные трансформаторы до 200 А; провода 3 фаз пропускаются через проходные отверстия трансформатора;
- подключение к токовым шинам от 20 до 630 А, также для прямой установки на контакторе Siemens.

В табл. 4.10 представлены различные модули регистрации тока.

Таблица 4.10

Модули регистрации тока

Модуль регистрации тока		Подключение главного контура	
3UF7100-1AA00-0 0,3 А - 3 А проходные отверстия: Ø 7,5 мм		Пропускание проводов через проходные отверстия тр-ра	
3UF7101-1AA00-0 2,4 А - 25 А проходные отверстия: Ø7,5 мм			
3UF7102-1AA00-0 10 А - 100 А проходные отверстия: Ø14 мм			
3UF7103-1AA00-0 20 А - 200 А проходные отверстия: Ø25 мм		Подключение к токовым шинам	
3UF7103-1BA00-0 20 А - 200 А сечение контактов: 16 мм ² - 95 мм ² , AWG 5 to 3/0			
3UF7104-1BA00-0 63 А - 630 А сечение контактов: 50 мм ² - 240 мм ² , AWG 1/0 kcmil to 500 kcmil			

Модули регистрации тока/напряжения

В зависимости от тока двигателя выбирают соответствующий модуль регистрации тока/напряжения:

- проходные трансформаторы до 200 А; провода 3 фаз пропускаются через проходные отверстия трансформатора;



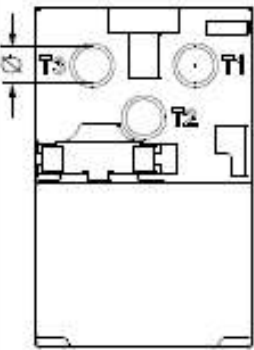


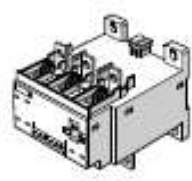

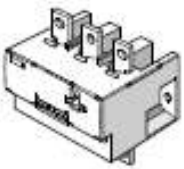
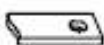
● подключение к токовым шинам от 20 до 630 А, также для прямой установки на контакторе Siemens.

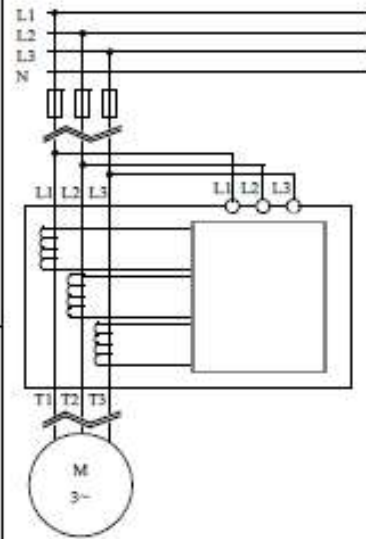
В табл. 4.11 представлены различные модули регистрации тока/напряжения. При измерении напряжения или силовых параметров в модулях регистрации тока/напряжения необходимо соединить главный контур L1, L2, L3 с помощью 3-жильного, устойчивого к коротким замыканиям кабеля с выводами (L1, L2, L3) на съемной клемме.

При подключении или при пропуске проводов отдельных фаз главного контура следите за правильностью подключения фаз к модулю регистрации тока и за направлением пропускания.

Таблица 4.11

Модули регистрации тока/напряжения

Модуль регистрации тока/напряжения	Подключение главного контура	
3UF7110-1AA00-0 0,3 А - 3 А проходные отверстия: Ø7,5 мм		Пропускание проводов через проходные отверстия тр-ра
3UF7111-1AA00-0 2,4 А - 25 А проходные отверстия: Ø7,5 мм		
3UF7112-1AA00-0 10 А - 100 А проходные отверстия: Ø14 мм		
3UF7113-1AA00-0 20 А - 200 А проходные отверстия: Ø25 мм		
3UF7113-1BA00-0 20 А - 200 А сечение контакта: 16 мм ² - 95 мм ² , AWG 6 to 3/0		Подключение к токовым шинам 
3UF7114-1BA00-0 63 А - 630 А сечение контакта: 50 мм ² - 240 мм ² , AWG 1/0 kcmil to 500 kcmil		



Съемные клеммы

В табл. 4.12 приводятся поперечные сечения проводников, длина удаления изоляции и моменты затяжки проводников в съемных клеммах. На рис. 4.29 приведено распределение контактов в съемных клеммах модуля регистрации тока/напряжения. Следует иметь в виду, что фазы L1 и L3 на верхних и нижних клеммах переставлены.

Таблица 4.12

Поперечные сечения проводников, длина удаления изоляции и моменты затяжки

Съемные клеммы	Отвертки	Момент затяжки
	 PZ2/Ø 5 mm - 6 mm	TORQUE: 7 LB.IN - 10.3 LB.IN 0,8 Нм - 1,2 Нм
	Удаление изоляции	Сечение проводника
	 одножильный	2x 0,5 мм ² - 2,5 мм ² / 1x 0,5 мм ² - 4 мм ² 2x AWG 20 to 14 / 1x AWG 20 to 12
	 многожильн. с гильзой/ без гильзы.	2x 0,5 мм ² - 1,5 мм ² / 1x 0,5 мм ² - 2,5 мм ² 2x AWG 20 to 16 / 1x AWG 20 to 14

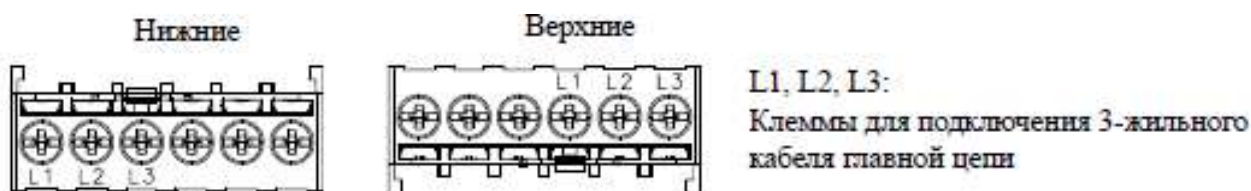


Рис. 4.29. Распределение контактов в съемных клеммах модуля регистрации тока/напряжения

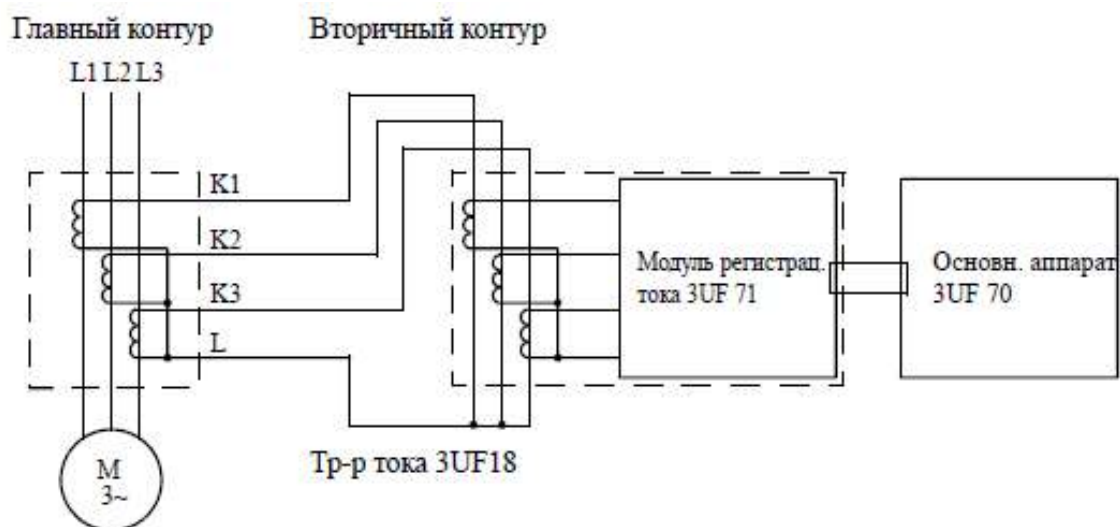


Рис. 4.30. Регистрация тока с помощью внешнего трансформатора тока 3UF18

Simocode pro может работать с внешними трансформаторами тока (рис. 4.30). Вторичные проводники трансформатора тока пропускаются через три проходных отверстия модуля регистрации тока и замыкаются накоротко. Ток вторичных обмоток внешнего трансформатора является первичным током модуля регистрации тока для Simocode pro. При номинальном токе в главном контуре вторичный ток трансформатора тока должен находиться в пределах диапазона уставок используемого модуля регистрации тока.

Коэффициент трансформации

Коэффициент трансформации рассчитывается по следующей формуле:

$$k_{\text{тр}} = I_1 / I_2 n,$$

где I_1 – первичный ток; I_2 – вторичный ток; n – количество шлейфов.

В приводимых примерах также при использовании промежуточного трансформатора пересчитывать актуальное значение тока не нужно, так как Simocode pro выдает только процентное значение по отношению к заданной уставке тока I_e .

Технические данные трансформатора тока:

- вторичный ток 1 А;
- частота 50 Гц/60 Гц;
- мощность трансформатора рекомендуется более 2,5 ВА, в зависимости от вторичного тока и от длины провода;
- коэффициент трансформации 5P10 или 10P10;
- класс точности 1.

Пример 4.3 (рис. 4.31):

трансформатор тока 3UF1868-3GA00:

первичный ток 820 А при номинальной нагрузке;

вторичный ток 1 А;

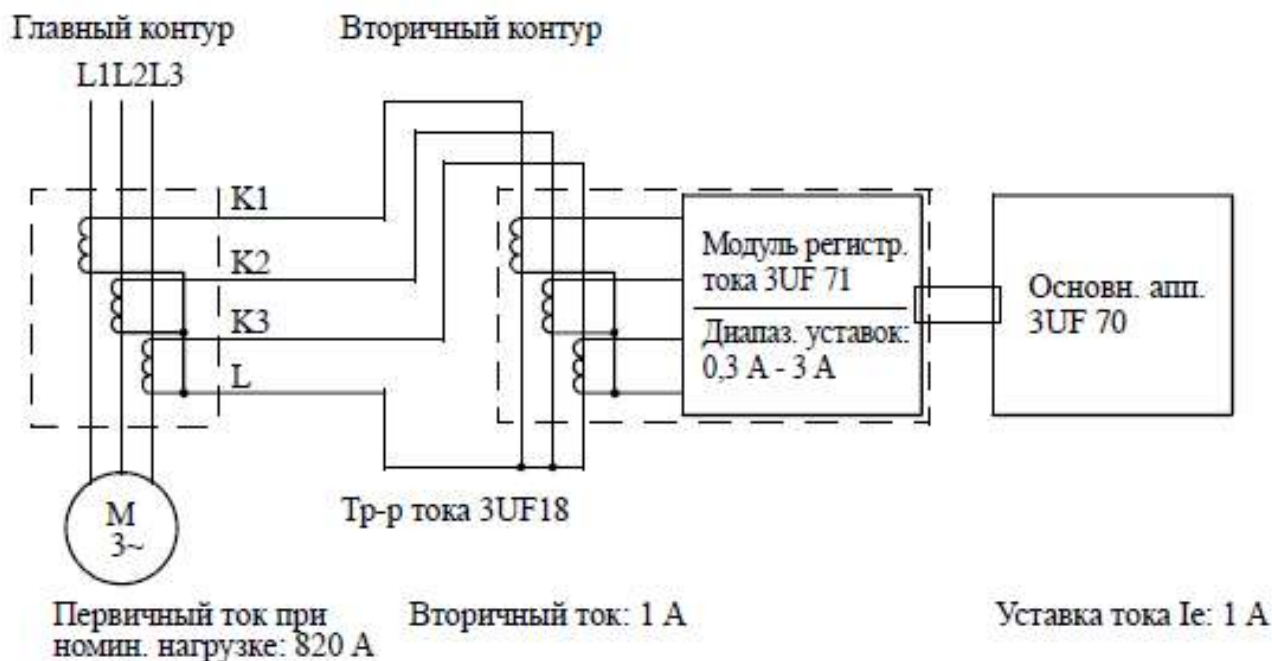


Рис. 4.31. Пример 1 регистрации тока с помощью внешнего трансформатора тока 3UF18

Simocode pro с модулем регистрации тока 3UF7 100-1AA00-0, ток уставки от 0,3...3 А (это означает, что вторичный ток трансформатора тока составляет при номинальной нагрузке 1 А и тем самым находится в диапазоне уставок тока от 0,3...3 А используемого модуля регистрации тока);

параметрируемая уставка тока I_e в Simocode pro составляет 1 А.

Пример 4.4 (рис. 4.32):

- трансформатор тока 3UF1868-3GA00:
 - первичный ток 205 А при номинальной нагрузке;
 - вторичный ток 0,25 А.

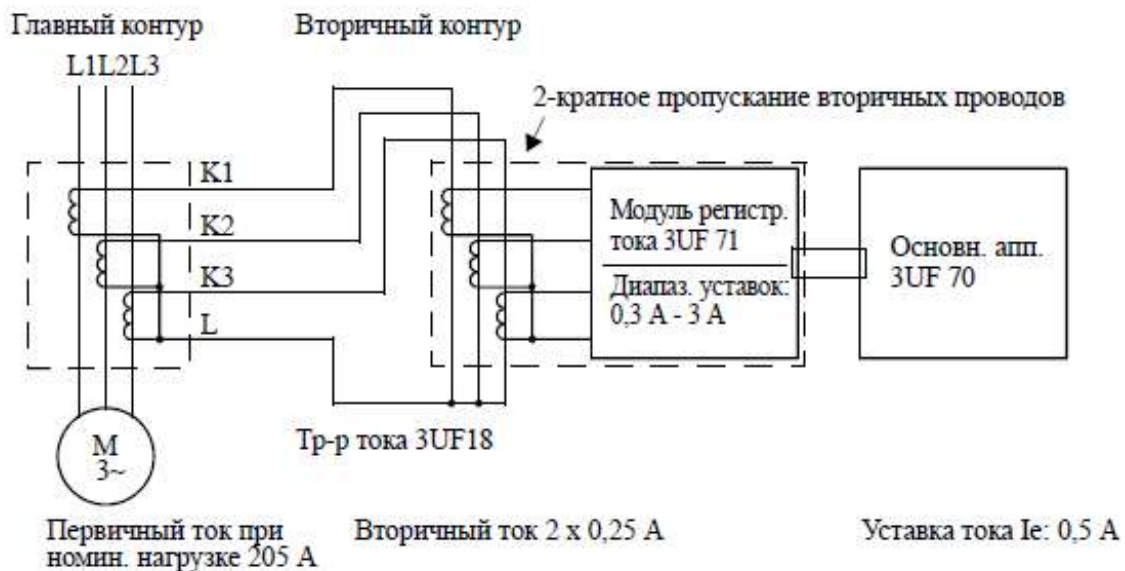


Рис. 4.32. Схеме регистрации тока с помощью внешнего трансформатора тока 3UF18 (пример 4.4)

- Simocode pro с модулем регистрации тока 3UF7 100-1AA00-0, уставка тока от 0,3 до 3 А (это означает, что вторичный ток трансформатора тока составляет при номинальной нагрузке 0,25 А и тем самым выходит за пределы диапазона уставок тока 0,3...3 А используемого модуля регистрации тока; поэтому вторичный ток необходимо усилить путем многократного шлейфования вторичных проводов через проходные отверстия в модуле регистрации тока; при двухкратном пропускании проводов получаем $2 \cdot 0,25 \text{ А} = 0,5 \text{ А}$);

- параметрируемая уставка тока I_e в Simocode pro составляет 0,5 А.

Системные интерфейсы

Общие замечания (рис. 4.33):

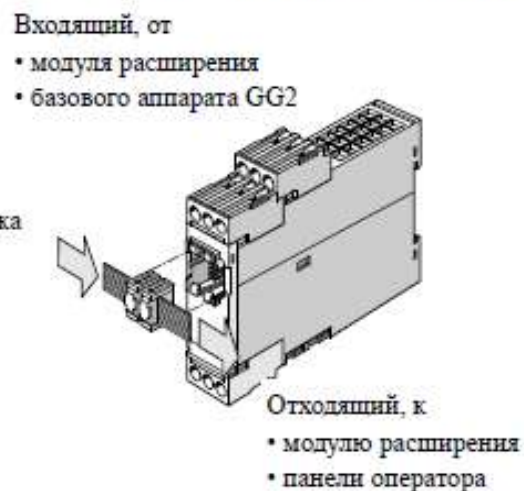
- компоненты системы Simocode pro друг с другом соединяются через системные интерфейсы; для соединения компонентов системы предусмотрены соединительные кабели различной длины; построение системы всегда начинается от базового аппарата;

- базовые аппараты имеют два системных интерфейса: нижний: для отходящего соединительного кабеля, в базовом аппарате 1 к модулю регистрации тока; на лицевой панели: для отходящего соединительного кабеля к модулю расширения, панели оператора или для кабеля ПК, модуля ЗУ, втычного адресатора;

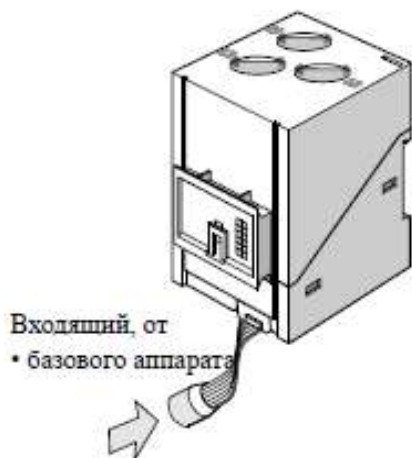
Базовые аппараты (GG)



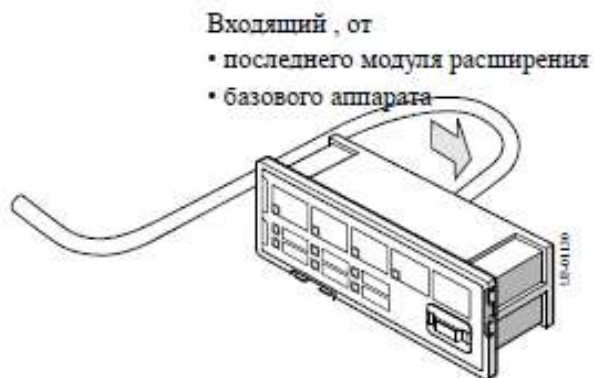
Модули расширения (DM, AM, EM, TM)



Модуль регистрации тока (IM)



Панель оператора (BB)



SIMOCODE pro V

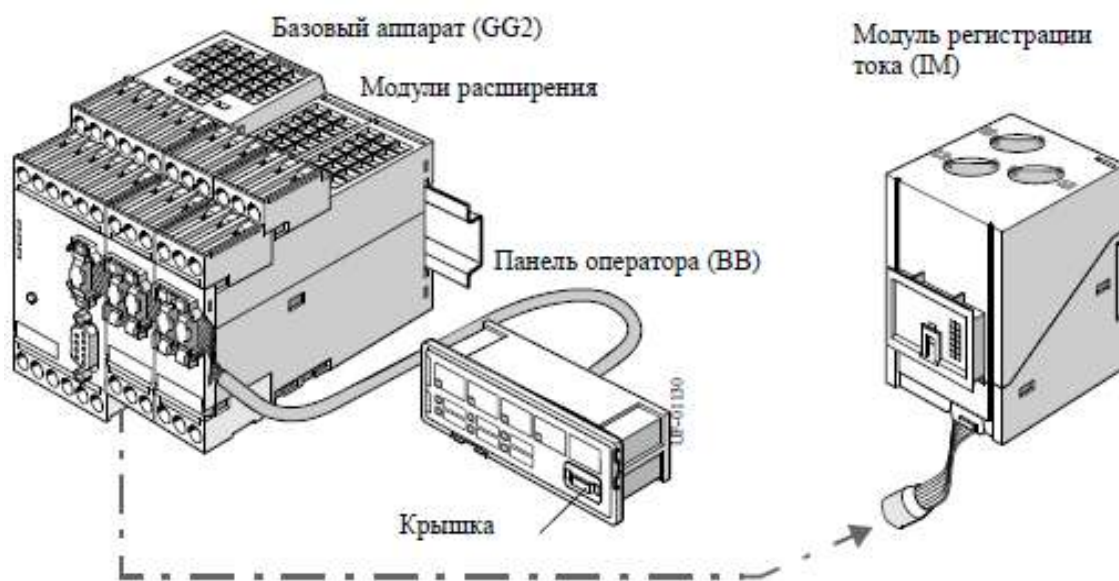


Рис. 4.33. Пример системных интерфейсов Simocode pro V

- модули регистрации тока имеют один системный интерфейс: внизу или на лицевой панели для входящего соединительного кабеля от базового аппарата;
- модули расширения располагают двумя интерфейсами на лицевой панели: слева – для входящего соединительного кабеля от предыдущего модуля расширения или базового аппарата GG2; справа – для отходящего соединительного кабеля от модуля расширения, панели оператора или кабеля ПК, модуля ЗУ, втычного адресатора;
- панель оператора оснащена двумя системными интерфейсами: на лицевой стороне: для кабеля ПК, модуля ЗУ, втычного адресатора; на обратной стороне: для входящего соединительного кабеля от последнего модуля расширения или базового аппарата;
- неиспользуемые системные интерфейсы закрываются крышкой.

Системный интерфейс на базовых аппаратах, модулях расширения, модулях регистрации тока и модулях регистрации тока/напряжения

Системные интерфейсы располагаются на лицевой и нижней стороне аппаратов (рис. 4.34).

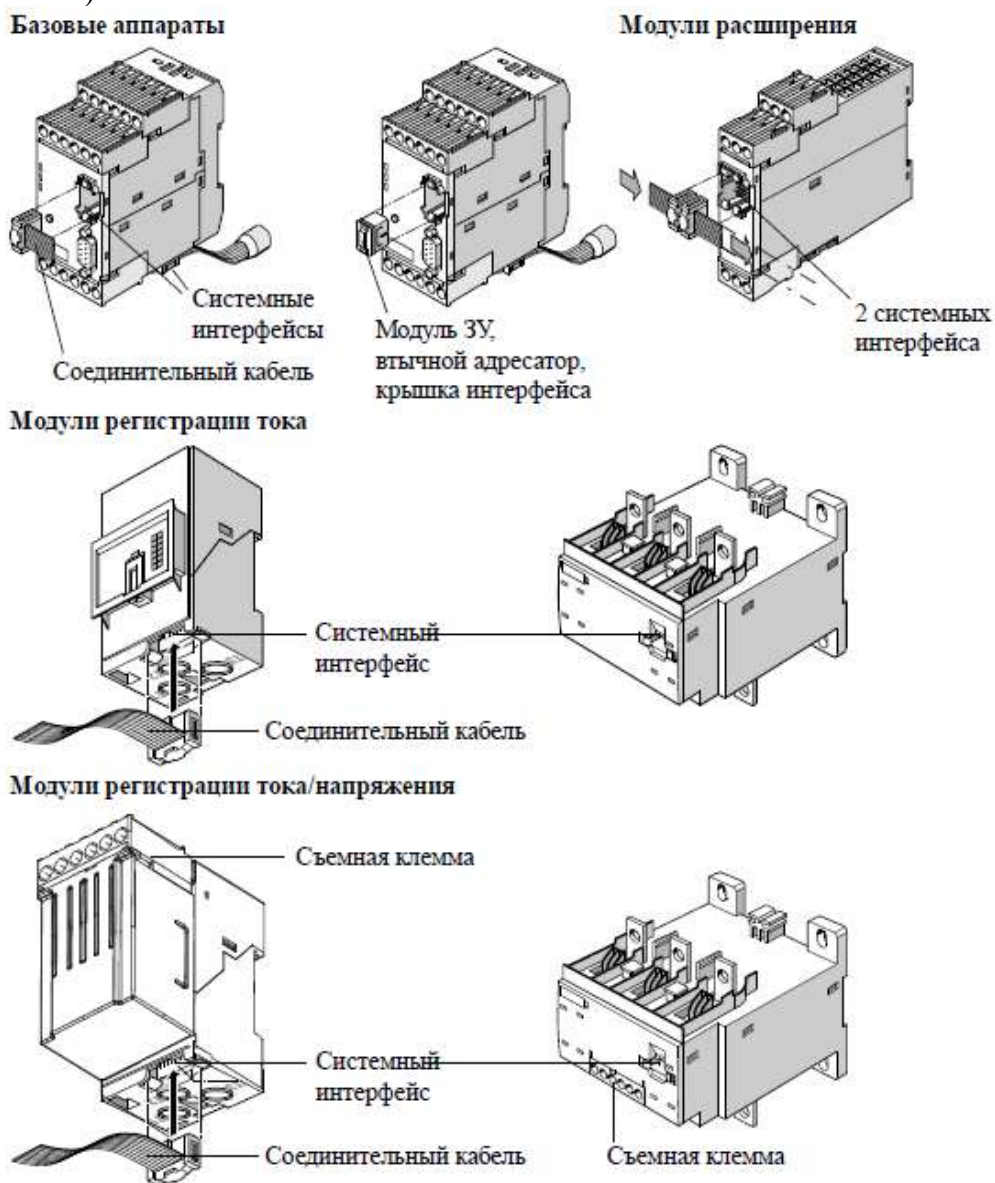


Рис. 4.34. Подключение компонентов системы к интерфейсу

К ним можно подключать другие компоненты системы с помощью соединительного кабеля, например, цифровые модули, модули регистрации тока, или прямо втыкать, например, втычной адресатор и модули ЗУ. Не забывайте закрывать незанятые интерфейсы крышками. Подключение к интерфейсам производится только в обесточенном состоянии.

PROFIBUS DP и 9-полюсный разъем SUB-D

PROFIBUS DP может быть подключен только к базовому аппарату. 9-полюсный разъем SUB-D является альтернативой клеммам А/В.

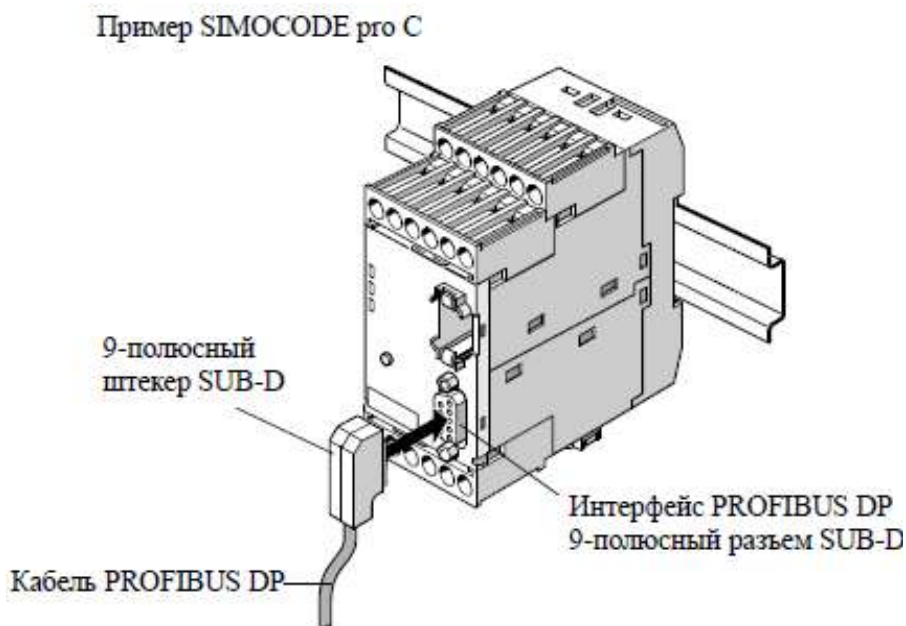


Рис. 4.35. Подключение PROFIBUS DP к 9-полюсному разъему SUB-D

Для подключения PROFIBUS DP к базовому аппарату надо подключить кабель PROFIBUS DP к 9-полюсному штекеру SUB-D на интерфейсе PROFIBUS DP (рис. 4.35).

4.3. Ввод в эксплуатацию устройств Simocode pro

Для ввода в эксплуатацию и обслуживания должны быть созданы следующие предпосылки:

- Simocode pro установлен и соединен;
- двигатель отключен.

Simocode pro параметрируется следующим образом:

- с помощью модуля памяти (ЗУ), в котором уже записаны параметры одного из базовых аппаратов: модуль памяти вставляется в системный интерфейс; если ЗУ находится в системном интерфейсе и в это время на базовый аппарат подать питание, то произойдет автоматическое параметрирование базового аппарата; параметры можно также загрузить из ЗУ в базовый аппарат коротким нажатием на кнопку Test/Reset;

- с помощью программы SIMOCODE ES через последовательный интерфейс ПК/ПГ через ПК-кабель соединяется с системным интерфейсом;

● с помощью системы автоматизации и/или программы SIMOCODE ES через PROFIBUS DP; для этого кабель PROFIBUS DP необходимо подключить к интерфейсу PROFIBUS DP на базовом аппарате.

При вводе в эксплуатацию могут иметь место два случая:

1) стандартный случай Simocode pro еще не параметрирован и имеет заводскую исходную настройку; при подключении к PROFIBUS DP мигает зеленый светодиод «Bus» (шина), если DP-мастер подключен;

2) Simocode pro уже параметрирован, параметры были заранее загружены в базовый аппарат; либо параметры сохранились после предыдущего применения; необходимо проверить соответствие параметров, например, токовых уставок, новому назначению в случае необходимости произведите соответствующие изменения.

Для ввода Simocode pro в эксплуатацию выполняются шаги, приведенные в табл. 4.13. Подключение базового аппарата Simocode pro к персональному компьютеру – ПК показано на рис. 4.36.

Таблица 4.13

Ввод в эксплуатацию базового аппарата

Шаг	Описание
1	Включить питание, если все исправно, то должны гореть или мигать следующие зеленые светодиоды: «Device» (зеленый) гореть; «Bus» при подключении к PROFIBUS DP гореть или мигать. В противном случае – устранить неисправность
2	Если нужно, чтобы Simocode pro работал с PROFIBUS DP, то надо задать адрес PROFIBUS DP
3	Выполнить параметрирование Simocode pro или проверить имеющиеся его параметры на ПК. ВНИМАНИЕ: для Simocode pro С использовать интерфейс только на лицевой стороне базового блока
4	Провести пуск SIMOCODE ES

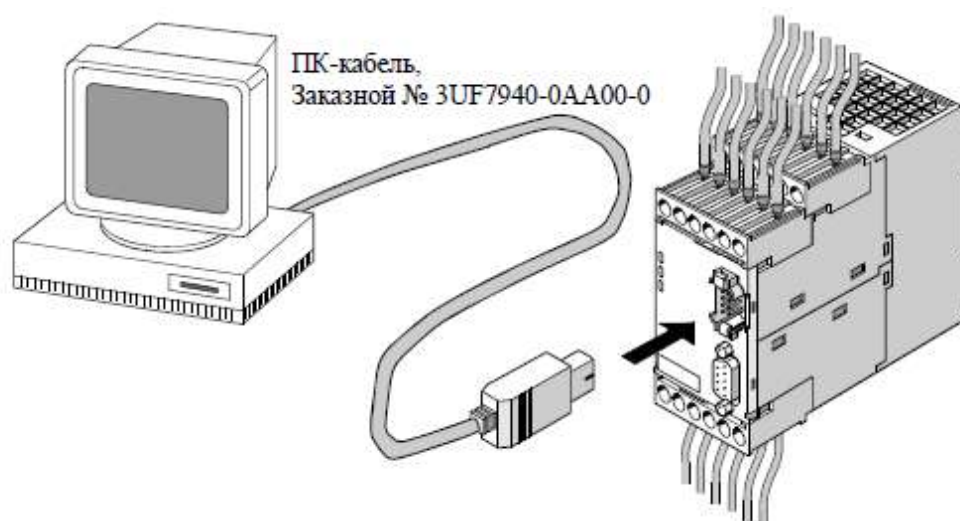


Рис. 4.36. Подключение ПК к базовому аппарату Simocode pro

Задание адреса PROFIBUS DP с помощью втычного адресатора выполняется в последовательности, приведенной в табл. 4.14.

Задание PROFIBUS DP через программу SIMOCODE ES выполняется в последовательности, приведенной в табл. 4.15.

Таблица 4.14

Задание адреса PROFIBUS DP с помощью адресатора

Шаг	Описание
1	Набрать нужный адрес на переключателе DIP, поставив нужные тумблеры в положение «ON»
2	Вставить адресатор в системный интерфейс. Светодиод «Device» горит желтым
3	Нажать на кнопку Test/Reset. Установленный адрес записан. Светодиод «Device» примерно в течение 3 с мигает желтым светом
4	Извлечь адресатор из системного интерфейса

Таблица 4.15

Задание адреса PROFIBUS DP через программу SIMOCODE ES

Шаг	Описание
1	Вставить ПК-кабель в системный интерфейс
2	Запустить программу SIMOCODE ES
3	Открыть меню – <i>Коммутационный аппарат > Online открыть</i>
4	Выбрать RS232 и соответствующий COM-интерфейс, подтвердить ОК
5	Открыть диалог – <i>Параметры аппарата > Параметры шины</i>
6	Выбрать адрес DP
7	Записать данные в базовый аппарат – <i>Целевая система > Загрузить в коммутационный аппарат</i> , адрес задан

Диагностика Simocode pro осуществляется с помощью светодиодов. Базовые аппараты и панель оператора оснащены 3-мя светодиодами (LED), сигнализирующими определенные состояния аппарата (табл. 4.16).

При обслуживании устройств управления Simocode pro предоставляет статистические данные, которые, к примеру, можно считывать в программе SIMOCODE ES под закладкой *Система назначения > Сервисные данные / Статистические данные* (рис. 4.37). Например, на основании «часов работы двигателя» и «количества пусков» может быть принято решение о необходимости замены двигателя и/или контактора.

Рекомендуется всегда записывать параметры в модуль памяти (ЗУ) или в файл SIMOCODE ES. Это в первую очередь относится к случаям замены базового аппарата или перезаписи данных с другого базового аппарата. Для сохранения параметров базового аппарата в модуле памяти требуется выполнить действия, перечисленные в табл. 4.17.

Диагностика с помощью светодиодов

LED	Статус	Сигнал	Описание	Устранение сбоев
Device	Device	Зеленый	К работе готов	–
		Зеленый мерцает	Внутренний сбой	Базовый аппарат в ремонт
		Желтый	ЗУ или адресатор обнаружены, кнопки T/R управляют ЗУ или адресатором	–
		Желтый мерцает	ЗУ / адресатор считаны; восстановлена заводская настройка (длит. 3 с)	–
		Желтый мерцает	ЗУ запрограммировано	–
		Красный	Ошибка в параметрах или сигнал общего сбоя	Запараметрировать вновь и откл/вкл управляющее напряжение
			Дефект базового аппарата	Заменить базовый аппарат
		Красный мигает	Дефект ЗУ, адресатора, модулей расширения или общий сбой	Перепрограммировать или заменить ЗУ, заменить модули расширения
Не горит	Упало напряжение питания	Проверить наличие или включить питание		
Шина	Статус шины	Не горит	Шина не подключена или сбой в шине	Проверить шину или ее параметры
		Зеленый мигает	Определена скорость передачи данных/связь с ПК/ПГ	–
		Зеленый	Связь с ПЛК/PLS	–
Общий сбой	Статус сбоя	Красный	Имеется сбой; сброс в памяти	Устранить сбой, например, перегрузку
		Красный мигает	Имеется сбой; сброс не записан	Устранить сбой, например, перегрузку
		Не горит	Сбоя нет	–

Сохранение параметров в модуле ЗУ

Шаг	Описание
1	Вставить модуль ЗУ в системный интерфейс. Светодиод «Device» загорится желтым светом примерно на 10 с. В это время надо нажать на кнопку Test/Reset примерно на 3 с, параметры заносятся в ЗУ. После успешной передачи данных светодиод «Device» светится желтым в течение 3 с
2	Извлечь модуль ЗУ из системного интерфейса

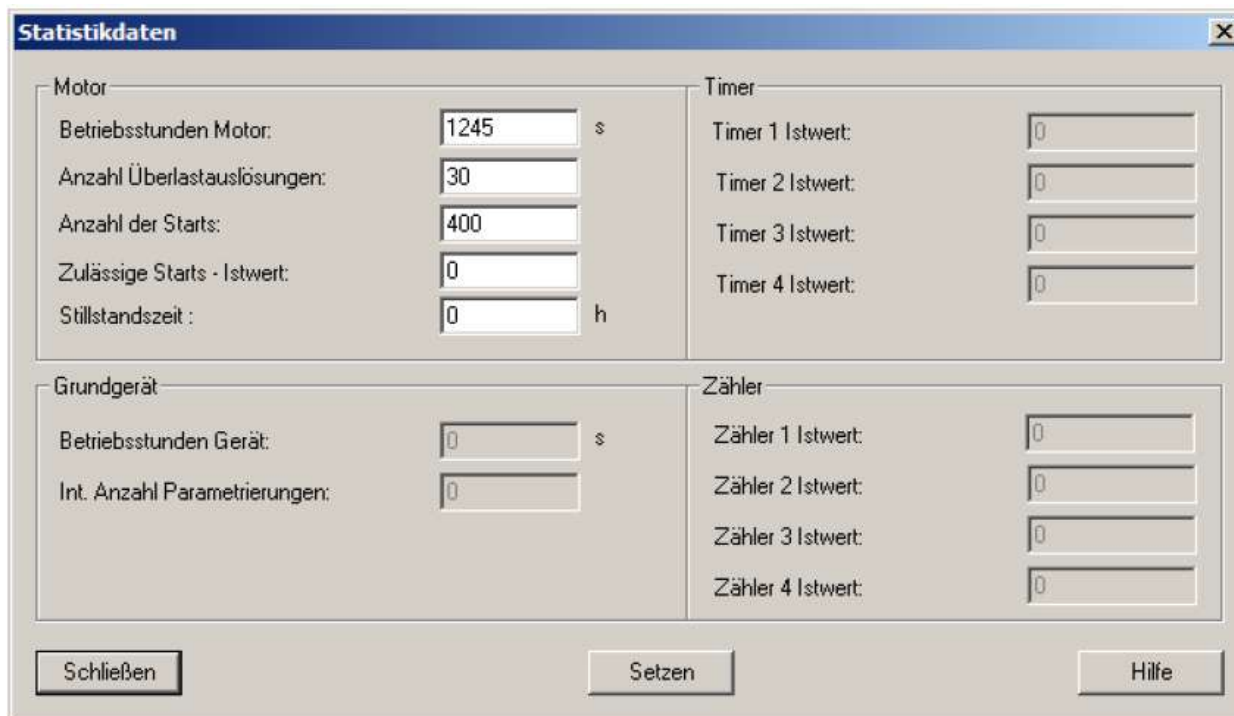


Рис. 4.37. Считывание статистических данных

Для сохранения параметров базового аппарата в файле программы SIMOCODE ES требуется выполнить действия, перечисленные в табл. 4.18.

Для переноса параметров из модуля ЗУ в базовый аппарат необходимо выполнить действия, перечисленные в табл. 4.19.

Если вставить модуль ЗУ и включить питание базового аппарата, то произойдет перенос параметров из ЗУ в базовый аппарат.

Для переноса параметров из файла SIMOCODE ES в базовый аппарат необходимо выполнить действия, перечисленные в табл. 4.20.

Таблица 4.18

Сохранение параметров в файле SIMOCODE ES

Шаг	Описание
1	Вставить ПК-кабель в системный интерфейс
2	Запустить SIMOCODE ES
3	Открыть меню Система назначения > Загрузка в ПК. Параметры из базового аппарата загружаются в оперативную память
4	Открыть меню Коммутационный аппарат > Копию сохранить как... параметры из оперативной памяти записываются в файл SIMOCODE ES

Таблица 4.19

Перенос параметров из модуля ЗУ в базовый аппарат

Шаг	Описание
1	Вставить модуль ЗУ в системный интерфейс. Светодиод «Device» загорится желтым светом примерно на 10 с. В это время надо нажать на кнопку Test/Reset. Параметры заносятся в базовый аппарат. После успешного переноса данных светодиод «Device» мигает в течение 3 с
2	Извлечь модуль ЗУ из системного интерфейса

Перенос параметров из файла SIMOCODE ES в базовый аппарат

Шаг	Описание
1	Вставить ПК-кабель в системный интерфейс
2	Запустить SIMOCODE ES
3	Открыть меню <i>Коммутационный аппарат > Открыть</i> . Параметры загружаются из файла SIMOCODE ES в оперативную память
4	Открыть меню <i>Система назначения > Загрузка в коммутационный аппарат</i> . Параметры из оперативной памяти переносятся в коммутационный аппарат

При восстановлении заводских исходных настроек всем параметрам снова возвращаются их исходные значения. Оно выполняется кнопкой Test/Reset на базовом аппарате (табл. 4.21).

При неверном выполнении одного из шагов базовый аппарат переходит в обычный режим. Эта функция активна всегда, независимо от параметра «Блокировка кнопок Test/Reset».

При восстановлении заводских исходных настроек через программу SIMOCODE ES Simocode pro через PROFIBUS DP или через системный интерфейс должен быть связан с ПК/ПГ и запущена программа SIMOCODE ES. Необходимо выполнить действия, перечисленные в табл. 4.22.

Таблица 4.21

Восстановление заводских исходных настроек через кнопку Test/Reset

Шаг	Описание
1	Отключить питание базового аппарата
2	Нажать на кнопку Test/Reset на базовом аппарате и ее удерживать
3	Подать питание на базовый аппарат, светодиод «Device» загорится желтым светом
4	Примерно через 2 с отпустить кнопку Test/Reset
5	Примерно через 2 с вновь нажать на кнопку Test/Reset
6	Примерно через 2 с отпустить кнопку Test/Reset
7	Примерно через 2 с вновь нажать на кнопку Test/Reset
8	Примерно через 2 с отпустить кнопку Test/Reset
9	Заводская базовая настройка восстановлена

Таблица 4.22

Восстановление заводских исходных настроек через программу SIMOCODE ES

Шаг	Описание
1	Выбрать в меню <i>Коммутационный аппарат > Online открыть</i>
2	Выбрать в меню <i>Система назначения > Команда > Заводские настройки</i>
3	Подтвердить «Да»
4	Заводская настройка восстановлена

Глава 5. ЛОГИЧЕСКИЕ МОДУЛИ УСТРОЙСТВ SIMOCODE PRO

5.1. Таблицы истинности логических модулей

Свободно программируемые логические модули являются функциональными модулями, которые обрабатывают входные сигналы и согласно своей внутренней логике выдают на выходе цифровые или аналоговые сигналы. Логические модули содержат: штекеры; внутреннюю логику; гнезда; уставки, например, времени в таймерах.

Схема на рис. 5.1 дает общее представление об одном из логических модулей.



Рис. 5.1. Общее представление одного из логических модулей

Если для решения определенных прикладных задач возникает необходимость в дополнительных функциях, то для этого предусмотрены логические модули. С их помощью можно, например, реализовать логические сопряжения, функции реле времени и счетчиков. В зависимости от типоряда система предлагает большое количество логических модулей (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Свободно программируемые логические модули

Логический модуль	Simocode	
	pro C	pro V
Таблицы истинности 3 входа/1 выход	3	6
Таблицы истинности 2 входа/1 выход	–	2
Таблицы истинности 5 входов/2 выхода	–	1
Таймеры	2	4
Счетчики	2	4
Модули согласования сигналов	2	4
Энергонезависимые элементы	2	4
Модули мигания	3	3
Модули мерцания	3	3
Сигнализатор предельных значений	–	4

Таблица истинности 3Е/1А (3 входа/1 выход) состоит из 3 штекеров, внутренней логики и 1 гнезда. Из 8 возможных вариантов комбинаций входных сигналов пользователь может выбрать те, при которых он хотел бы получать выходной сигнал, равный логической единице.

Всего в распоряжении в Simocode pro имеется (рис. 5.2):

- 3 таблицы истинности 1...3 в GG1;
- 6 таблиц истинности 1...6 в GG2.

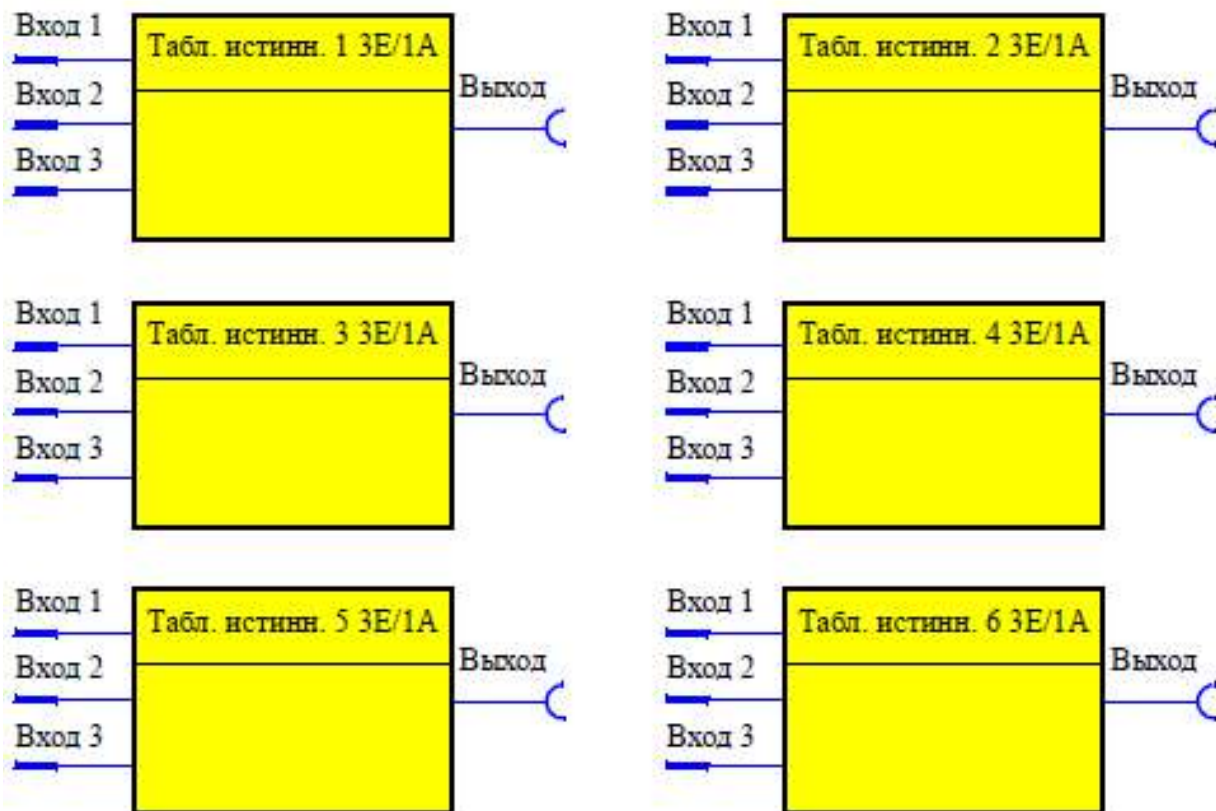
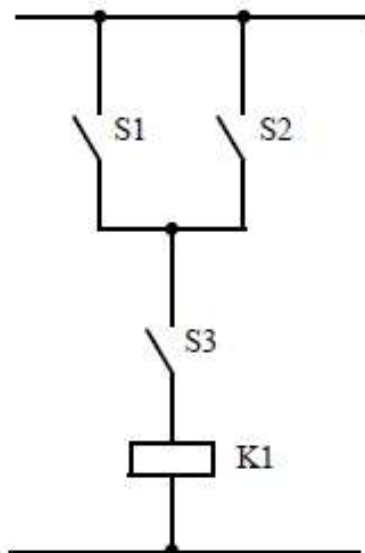


Рис. 5.2. Логические модули «Варианты таблиц истинности 3E/1A»

Пример 5.1. Необходимо реализовать схему, приведенную на рис. 5.3. Электрическая схема и ее параметрирование показаны на рис. 5.4.

Схема:



K1 коммутирует, если:
(S1 или S2) и S3
или
S1 и S2 и S3

Таблица истинности, входные условия выделены серым

S1= Вход 1	S2= Вход 2	S3= Вход 3	K1= Выход
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Рис. 5.3. Таблицы истинности (пример 5.1)

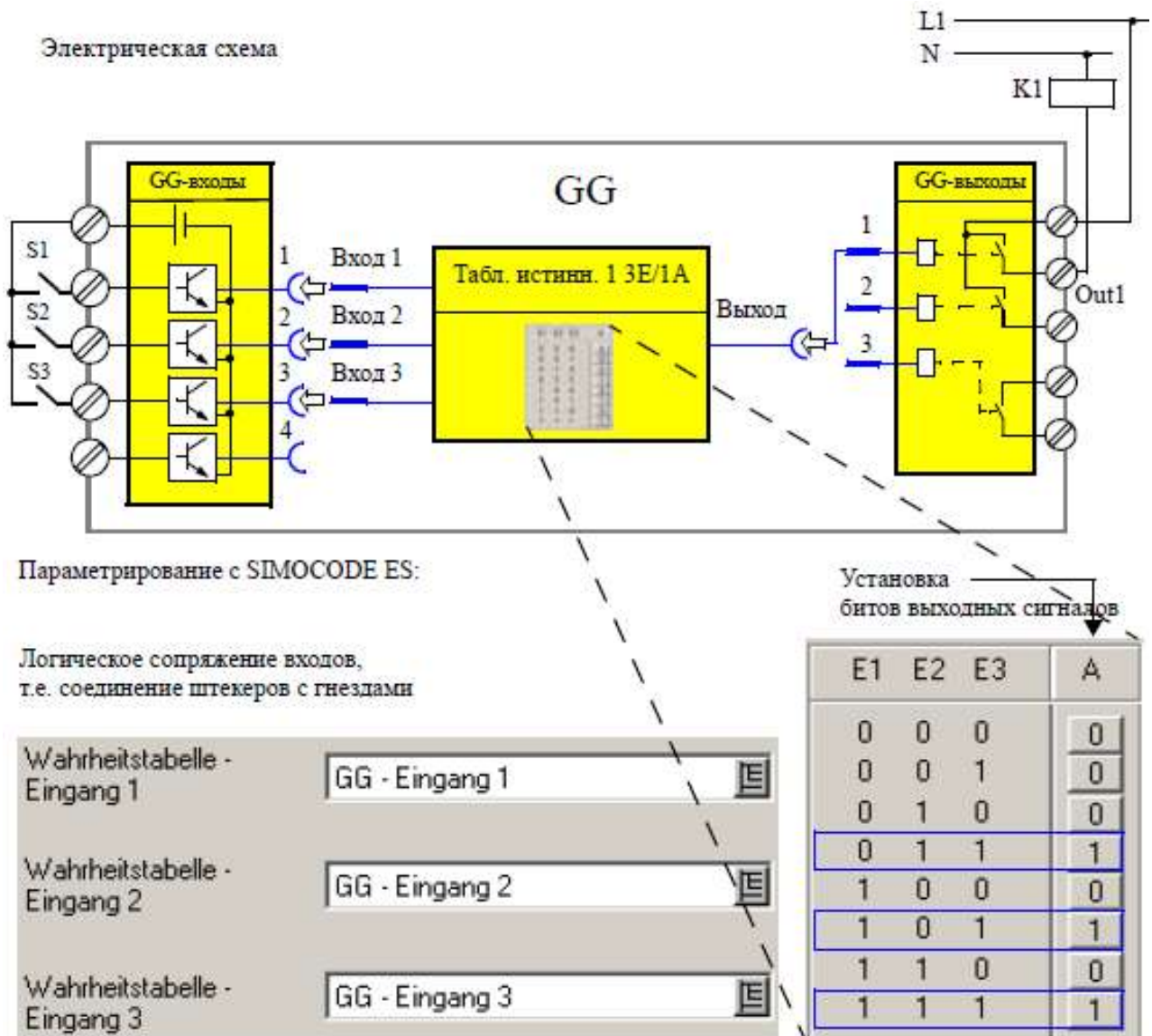


Рис. 5.4. Электрическая схема и ее параметрирование для таблицы истинности 3E/1A

Таблица истинности 2E/1A (2 входа/1 выход) состоит из двух штекеров; логики и одного гнезда. Из 4-х возможных вариантов комбинаций входных сигналов пользователь может выбрать те, при которых он хотел бы получать выходной сигнал, равный логической единице.

Всего в распоряжении в Simocode pro имеется (рис. 5.5) 2 таблицы истинности с 7 по 8 в GG2.

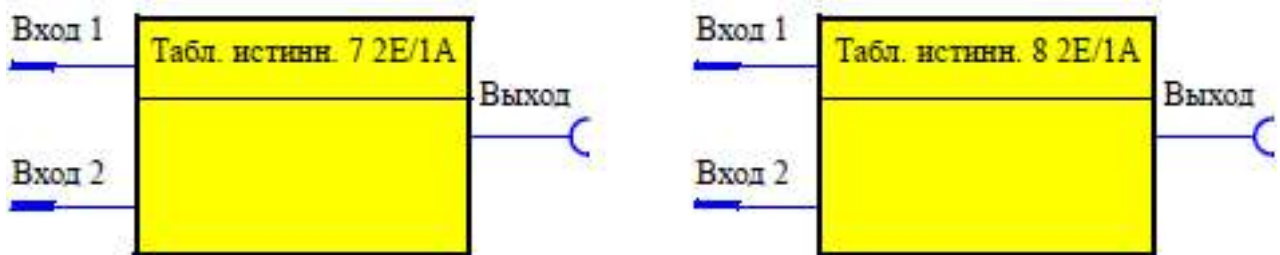


Рис. 5.5. Логические модули «Варианты таблиц истинности 2E/1A»

Пример 5.2. Необходимо реализовать схему на рис. 5.6.

Схема:

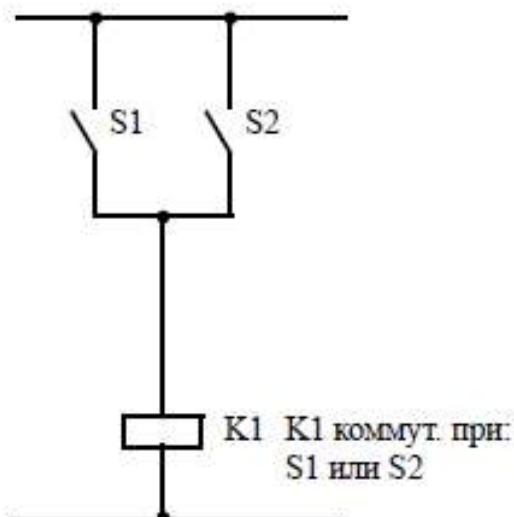


Таблица истинности, входные условия выделены серым:

S1= Вход 1	S2= Вход 2	K1= Выход
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Рис. 5.6. Таблицы истинности 2E/1A (пример 5.2)

Таблица истинности 5E/2A (5 входов/2 выхода) состоит из пяти штекеров; логики и двух гнезд. Из 32 возможных вариантов комбинаций входных сигналов пользователь может выбрать те, при которых он хотел бы получать выходной сигнал, равный логической единице.

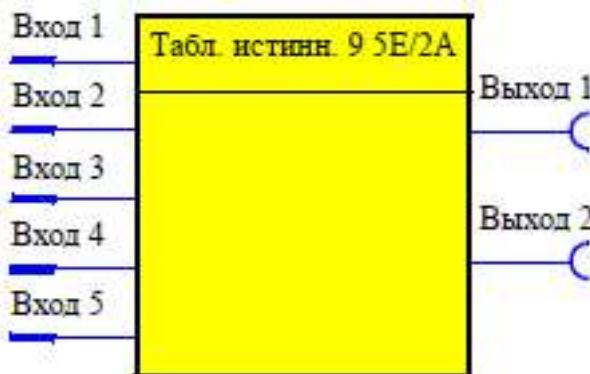


Рис. 5.7. Логические модули «Вариант таблицы истинности 5E/2A»

Всего в распоряжении в Simocode pro имеется (рис. 5.7) 1 таблица истинности 9 в GG2.

5.2. Счетчики и таймеры логических модулей

Система **Simocode pro** оснащена встроенными счетчиками. Они управляются через штекеры «+» или «-». При достижении установленного предельного значения, выход счетчика переключается на «1». Сброс счетчика производится кнопкой «Reset». Текущее фактическое значение сохраняется как гнездо для дальнейшей внутренней обработки и может также передаваться в систему автоматизации.

Штекер «+» – фактическое значение повышается на 1.

Штекер « \rightarrow » – фактическое значение уменьшается на 1.

Сброс – фактическое значение устанавливается в 0.

Счетчик состоит из: трех штекеров (вход «+», вход « \rightarrow » и сброс), логики, гнезда и аналогового гнезда «Фактическое значение» с текущим параметром в диапазоне от 0 до предельного значения, которое сохраняется при исчезновении напряжения.

Всего в системе Simocode pro имеется в распоряжении (рис. 5.8):

- 2 счетчика 1...2 в GG1;
- 4 счетчика 1...4 в GG2.

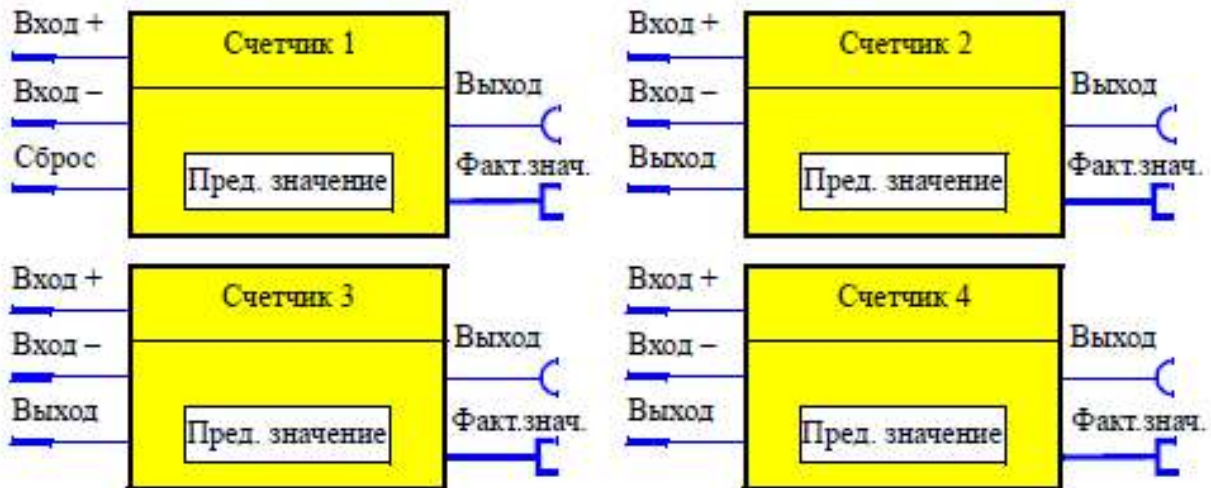


Рис. 5.8. Логические модули «Счетчики»

Время между учитываемыми событиями зависит от задержки на входе и продолжительности цикла аппарата. Фактическое значение остается без изменений во время параметрирования или отключения питания, а так же при одновременном поступлении сигналов на вход + и вход -. При сбросе всегда выходной сигнал равен 0.

Настройки счетчиков показаны в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Настройки счетчиков

Счетчики 1...4	Описание
Вход +	Фактическое значение увеличить на 1. Воздействие любым сигналом
Вход -	Фактическое значение уменьшить на 1. Воздействие любым сигналом
Сброс	Фактическое значение сбросить на 0. Воздействие любым сигналом
Предельное значение	Значение, которое может быть максимально достигнуто при подсчете и при котором счетчик выдает выходной сигнал, равный 1. Диапазон задаваемых значений 0...65535

Таймеры

Таймер состоит из двух штекеров (вход и сброс), одного гнезда и аналогового гнезда «Фактическое значение» с текущим параметром. Текущее фактическое значение в качестве гнезда может использоваться для внутренней обработки, а также передаваться в систему автоматизации. При поступлении входного сигнала таймер выдает выходной сигнал в соответствии с выбранным типом таймера: с задержкой включения, с задержкой включения и с запоминанием, с задержкой отключения как импульсный контакт.

Всего в системе Simocode pro имеется в распоряжении (рис. 5.9):

- 2 таймера 1...2 в GG1;
- 4 таймера 1...4 в GG2.

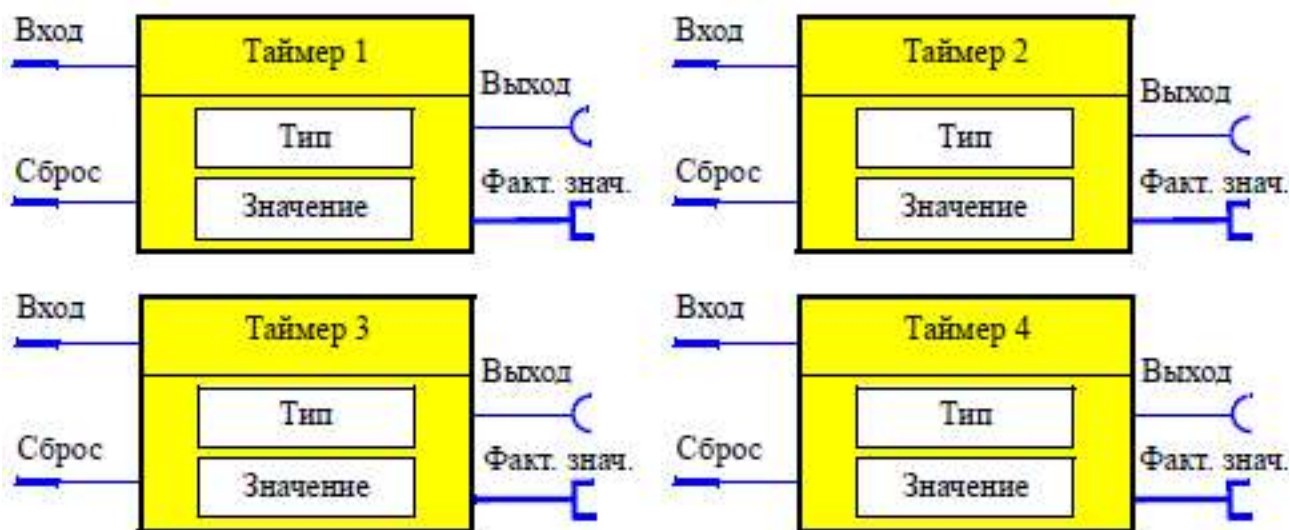


Рис. 5.9. Логические модули «Таймеры»

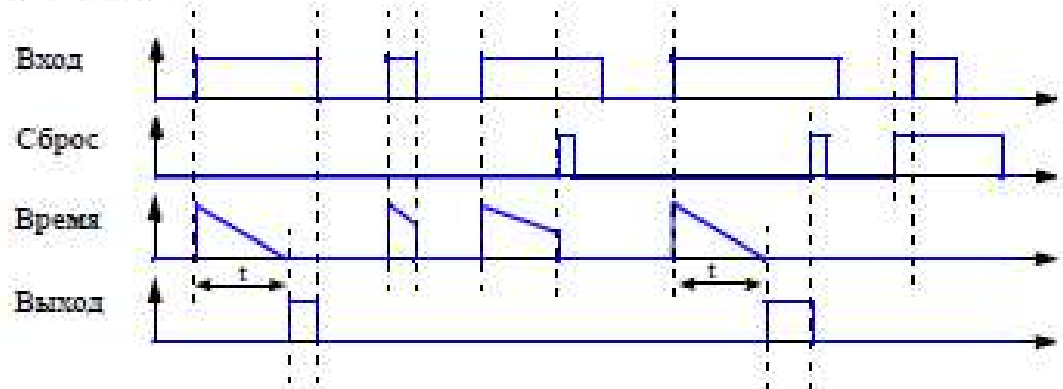
При подаче сигнала «Сброс» на выходе всегда сигнал 0. Диаграмма выходов таймера приведена на рис. 5.10. Настройки таймеров показаны в табл. 5.3.

Таблица 5.3

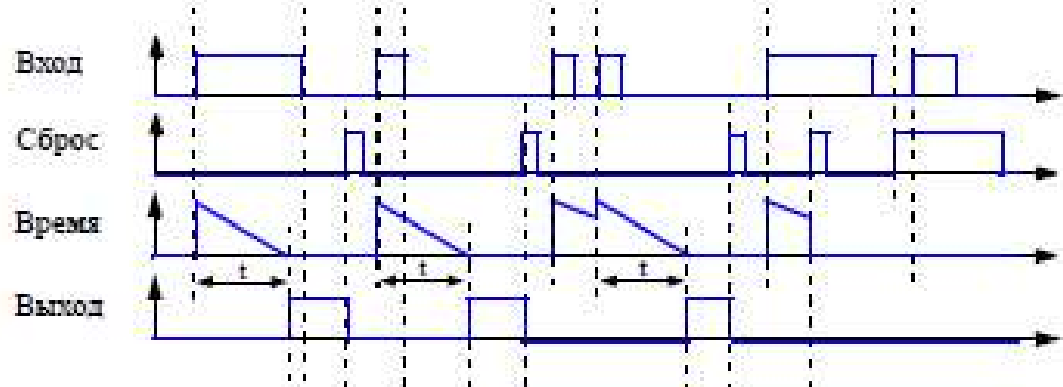
Настройки таймеров

Таймеры 1...4	Описание
Вход	Управление любым сигналом
Сброс	Фактическое значение сбросить в 0. Управление любым сигналом
Тип	Различное поведение выходов. Диапазон: с задержкой включения, с задержкой включения и записью, с задержкой отключения, как импульсный контакт
Параметр	Время, за которое таймер при воздействии на входы выдает выходной сигнал, в зависимости от поведения выхода. Диапазон задаваемых значений 0...65535, дискретность 100 мс

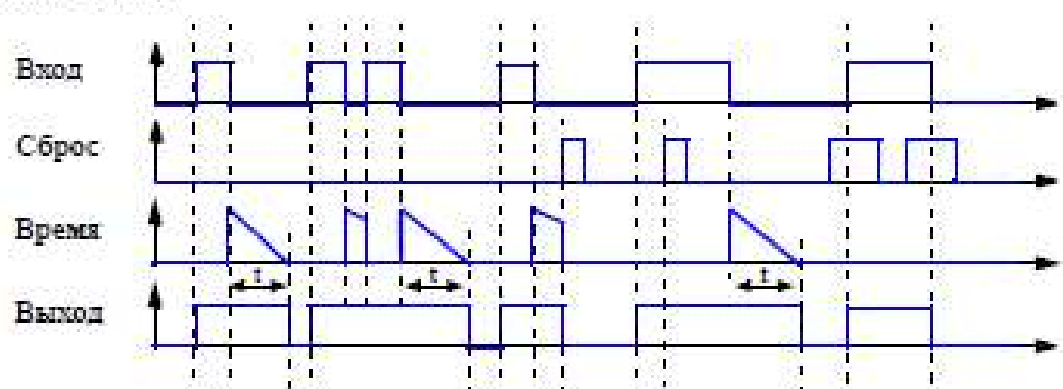
С задержкой включения:



С задержкой включения и запоминанием:



С задержкой отключения:



Как импульсный контакт:

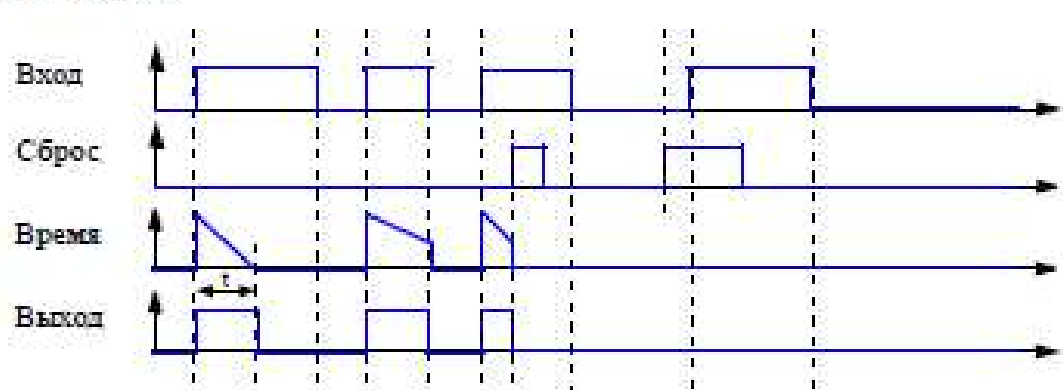


Рис. 5.10. Диаграмма поведения выходов таймеров

Модули согласования сигналов – при поступлении сигнала на вход выдает выходной сигнал в соответствии с выбранным типом согласования: без инвертирования, с инвертированием, с нарастающим фронтом и запоминанием, с падающим фронтом и запоминанием. Поведение выходов задает пользователь. Модуль согласования сигналов состоит из: двух штекеров (входа и сброса), логики и гнезда. При подаче сигнала «Сброс» на выходе всегда сигнал 0.

Всего в системе Simocode pro имеется в распоряжении (рис. 5.11):

- 2 модуля согласования в GG1 (модули 1...2);
- 4 модуля согласования в GG2 (модули 1...4).

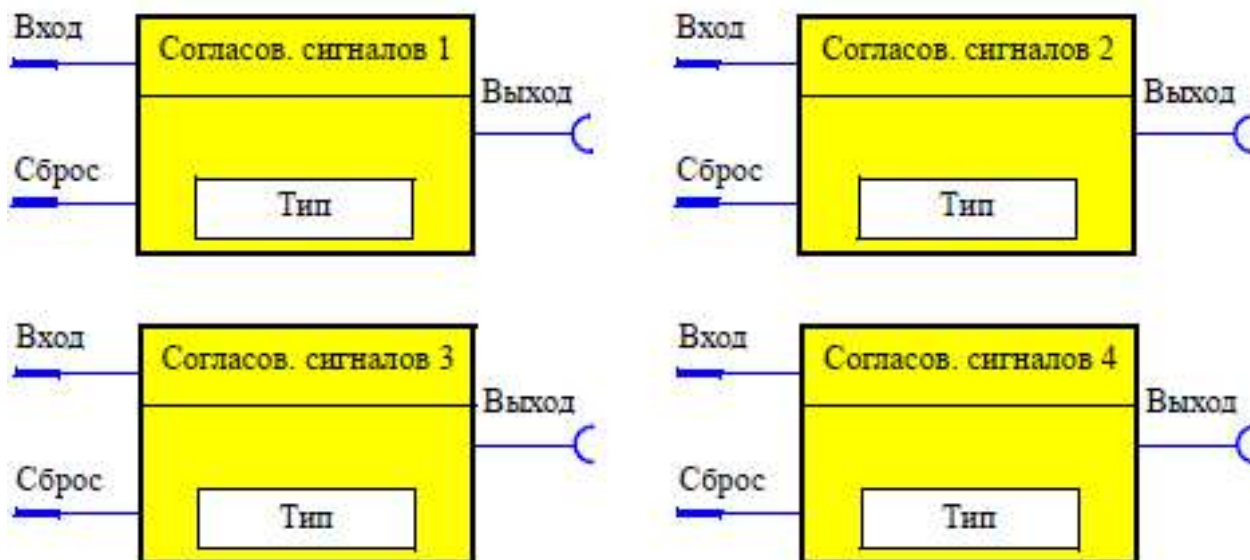


Рис. 5.11. Логические модули «Согласования сигналов»

Диаграмма работы модулей согласования приведена на рис. 5.12, настройка модуля согласования – в табл. 5.4.

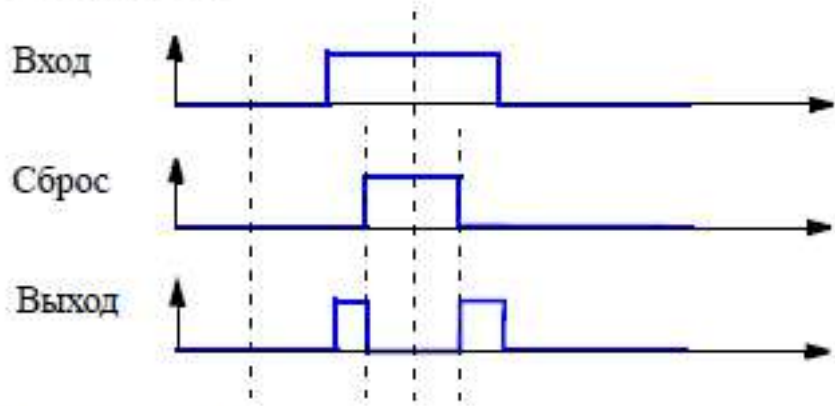
Таблица 5.4

Настройки модуля согласования сигналов

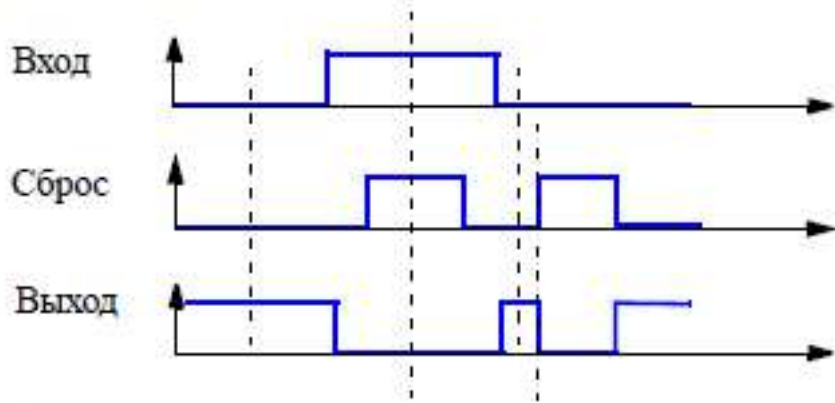
Модули согласования 1...4	Описание
Вход	Воздействие любым сигналом
Сброс	Согласование сигнала сбросить в 0. Воздействие любым сигналом
Тип	Различные виды поведения выходов. Диапазон: не инвертированный уровень; инвертированный уровень; нарастающий фронт с записью; падающий фронт с записью

Функция НЕ-ИЛИ (NOR) реализуется с помощью сигнала «Инвертированный уровень» (табл. 5.5).

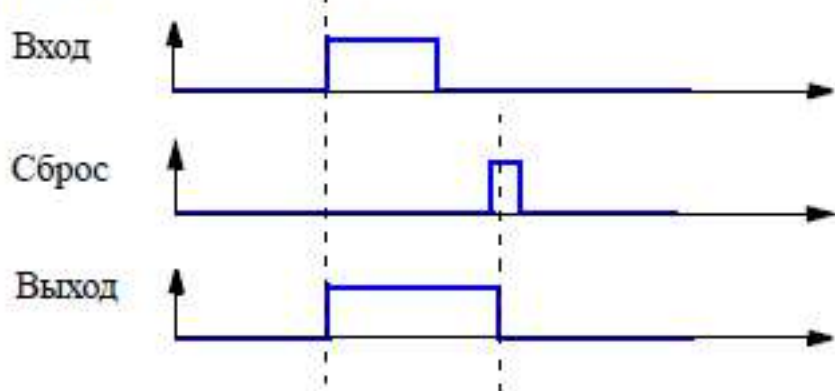
Без инвертирования уровня



С инвертированием уровня



Нарастающий фронт с запоминанием



Падающий фронт с запоминанием

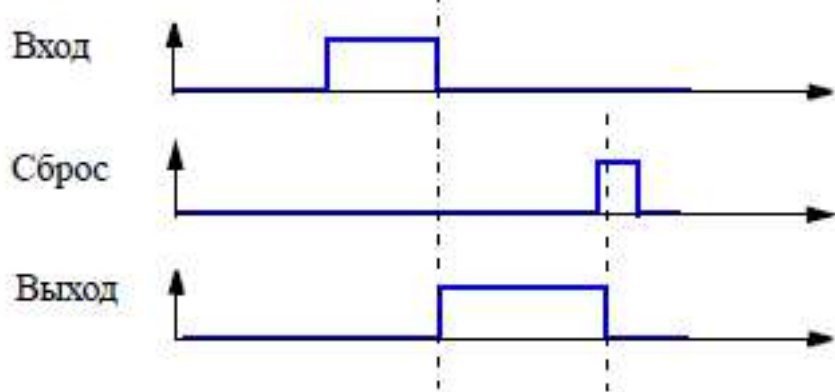


Рис. 5.12. Виды сигналов/поведение выходов модулей согласования сигналов

Функция НЕ–ИЛИ

Вход	Сброс	Выход	Схема
0	0	1	
1	0	0	
0	1	0	
1	1	0	

5.3. Энергонезависимые и другие элементы логических модулей

Энергонезависимые элементы

Энергонезависимые элементы ведут себя как модули согласования сигналов. Выходные сигналы, однако, сохраняются после исчезновения питания. Согласование сигналов при наличии сигнала на входе дает выходной сигнал в соответствии с выбранным типом согласования: без инвертирования, с инвертированием, с нарастающим фронтом с запоминанием, с падающим фронтом с запоминанием. Поведение выхода задает пользователь.

Энергонезависимый элемент состоит из двух штекеров (вход и сброс), логики и гнезда. При подаче сигнала «Сброс» на выходе всегда сигнал 0.

Всего в системе **Simocode pro** имеется в распоряжении (рис. 5.13):

- 2 энергонезависимых элемента 1...2 в GG1;
- 4 энергонезависимых элемента 1...4 в GG2.

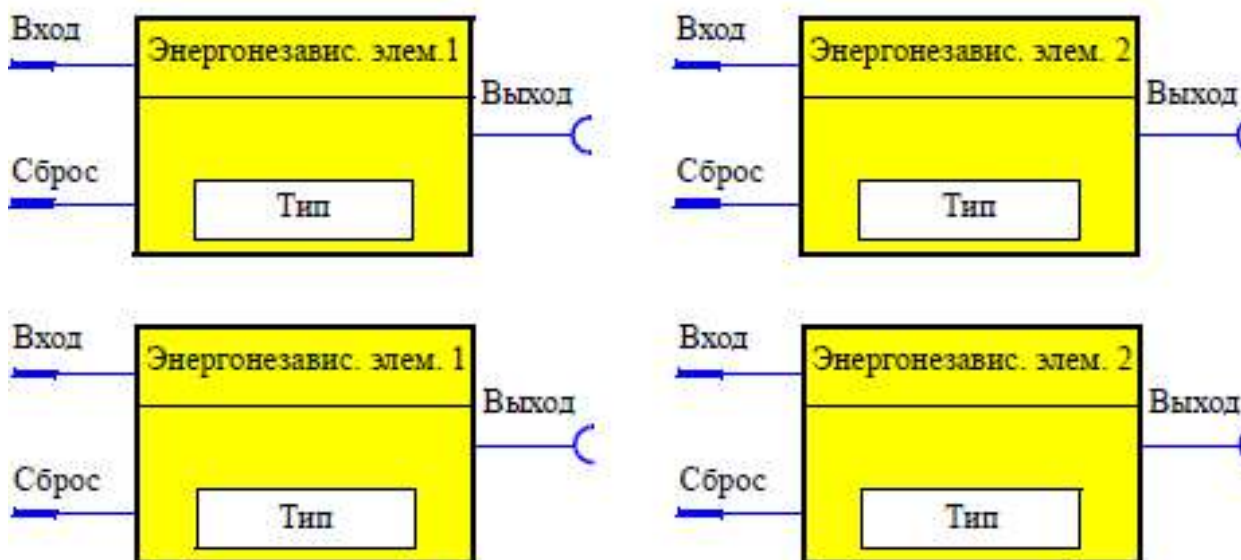
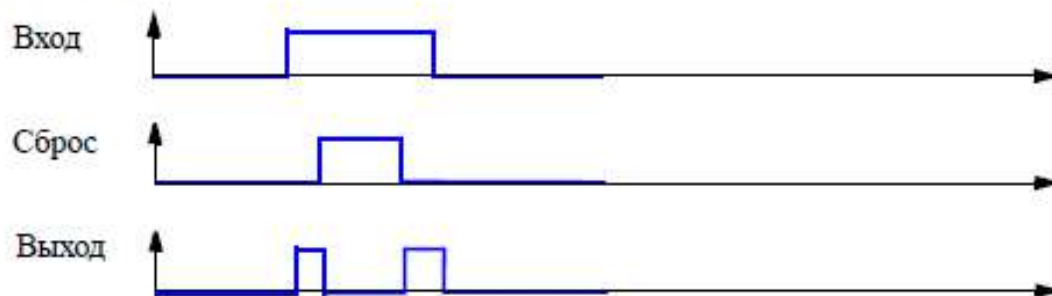


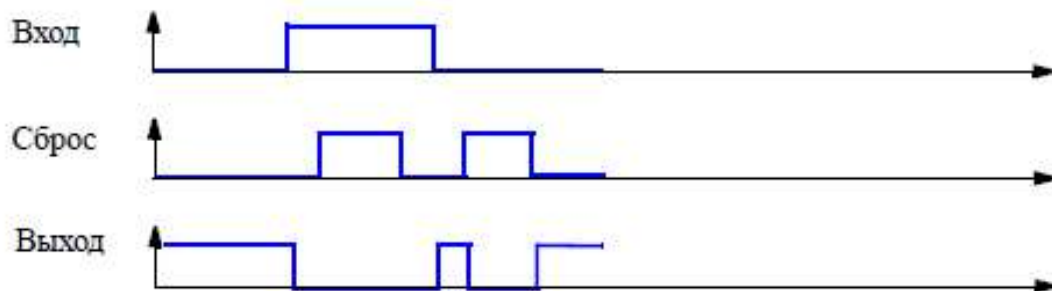
Рис. 5.13. Логические модули «Энергонезависимые элементы»

Диаграмма работы модулей «Энергонезависимые элементы» приведена на рис. 5.14, а их настройки – в табл. 5.6.

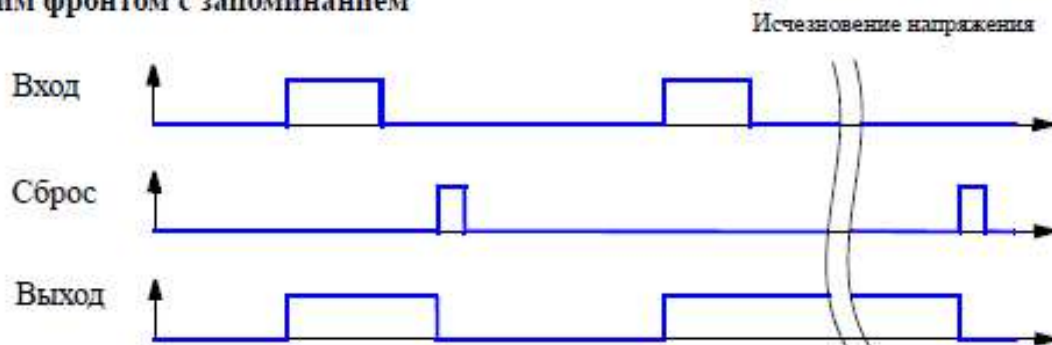
Без инвертирования уровня



С инвертированием уровня



С нарастающим фронтом с запоминанием



С падающим фронтом с запоминанием

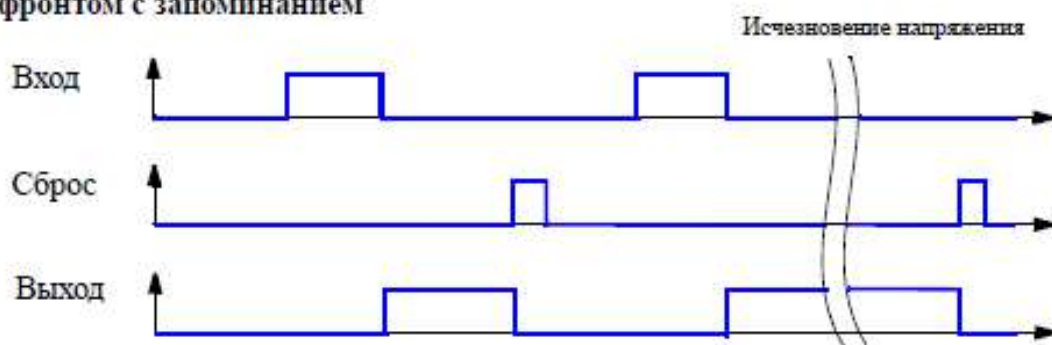


Рис. 5.14. Виды сигналов/Поведение выходов энергонезависимых элементов

Настройки энергонезависимых элементов

Энергонезависимые элементы 1...4	Описание
Вход	Воздействие любым сигналом
Сброс	Согласование сигнала сбросить в 0. Воздействие любым сигналом
Тип	Различные виды поведения выходов. Диапазон: не инвертированный уровень; инвертированный уровень; нарастающий фронт с записью; падающий фронт с записью

Функция НЕ–ИЛИ

Функцию НЕ–ИЛИ можно реализовать с помощью сигнала «С инвертированием уровня» (табл. 5.7).

Таблица 5.7

Функция НЕ–ИЛИ

Вход	Сброс	Выход	Схема
0	0	1	
1	0	0	
0	1	0	
1	1	0	

Мигание

При поступлении входного сигнала на штекер логического блока «Мигание» на выходе появляется сигнал, изменяющийся с постоянной частотой 1 Гц между двоичными сигналами 0 и 1. Благодаря этому можно генерировать, например, мигание светодиодов на панели оператора (рис. 5.15). Настройка модулей приведена в табл. 5.8.

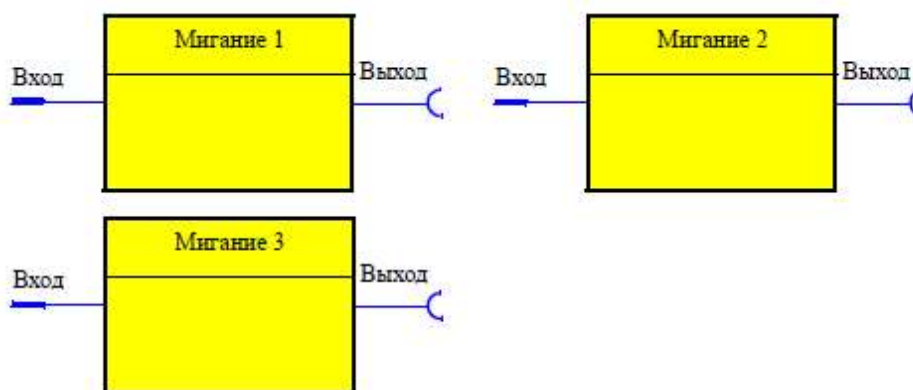


Рис. 5.15. Логические модули «Мигание»

Настройки модуля мигания

Мигание 1...3	Описание
Вход	Воздействие любым сигналом

Логический модуль состоит из штекера, логики и гнезда.

Всего в системе Simocode pro имеется в распоряжении 3 логических модуля «Мигание 1...3» в GG1и GG2.

Мерцание

С помощью логических модулей «Мерцание» пользователь может, например, присвоить светодиодам панели оператора функцию «Мерцание». Функциональный блок «Мерцание» при поступлении сигнала на вход выдает выходной сигнал с частотой 4 Гц. Функциональный блок состоит из штекера, логики и гнезда.

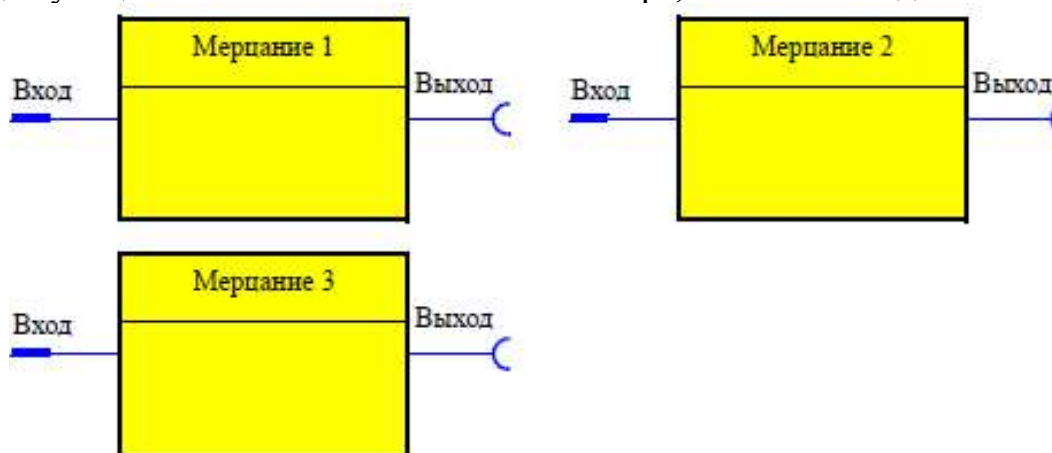


Рис. 5.16. Логические модули «Мерцание»

Всего в системе Simocode pro имеется в распоряжении 3 логических модуля «Мерцание 1...3» в GG1и GG2 (рис. 5.16).

Сигнализаторы предельных значений

С помощью сигнализаторов предельных значений можно контролировать любые аналоговые параметры (2 байта/1 слово) на превышение верхнего или выход за пределы нижнего значения. В этих случаях сигнализатор выдает на свое гнездо сообщение «Предельное значение». Сигнализаторы предельных значений можно дополнительно «подписать» в соответствии с их функцией.

Например, «Контроль перегрева в отдельных цепях сенсоров температурного модуля (температура 1...3)».

Сигнализатор предельных значений состоит из аналогового штекера, логики и гнезда.

Всего в системе Simocode pro имеется в распоряжении 4 сигнализатора предельных значений 1...4 в GG2 (рис. 5.17).

Сообщение о предельном значении производится в зависимости:

- от рабочего состояния двигателя;
- функции RMT;
- заданного параметра «Действие»: –on; –on+; –run; –run+.

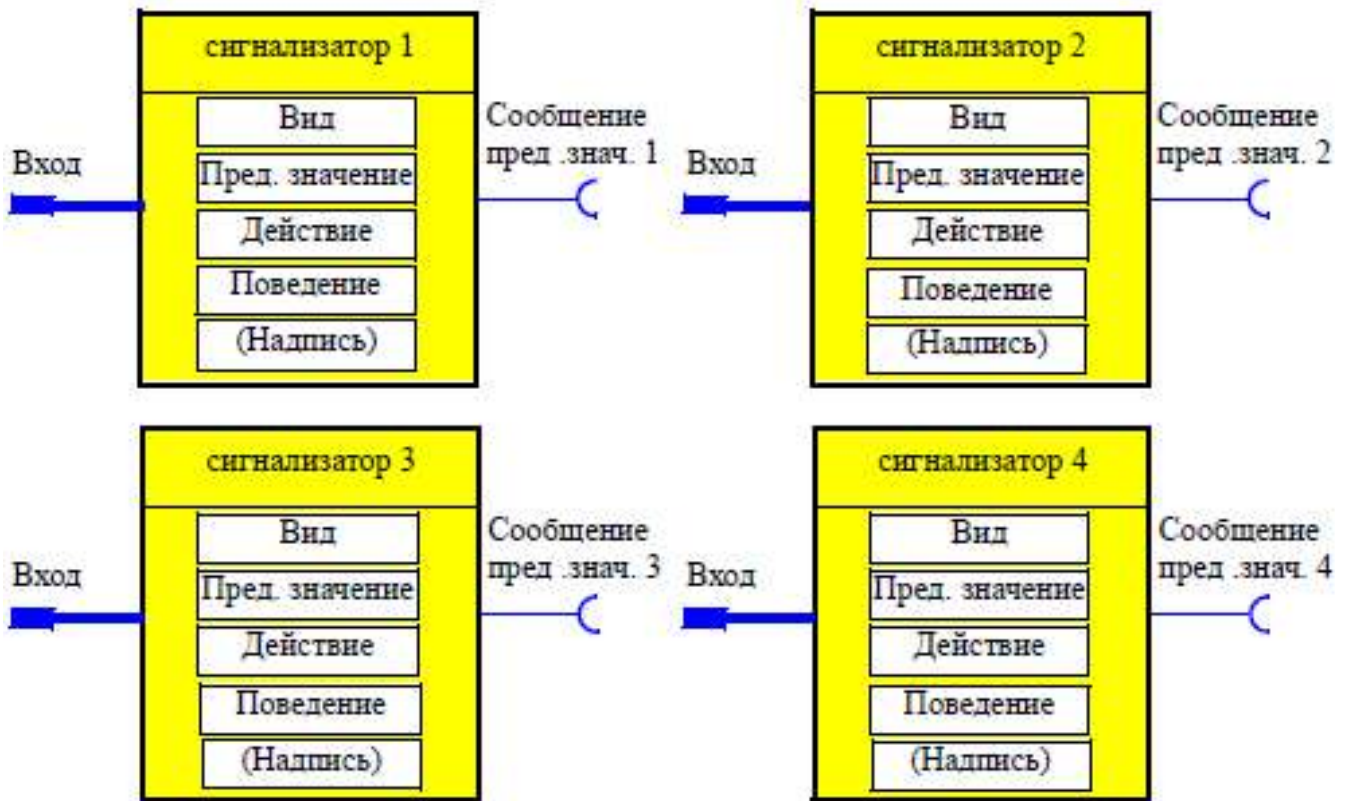
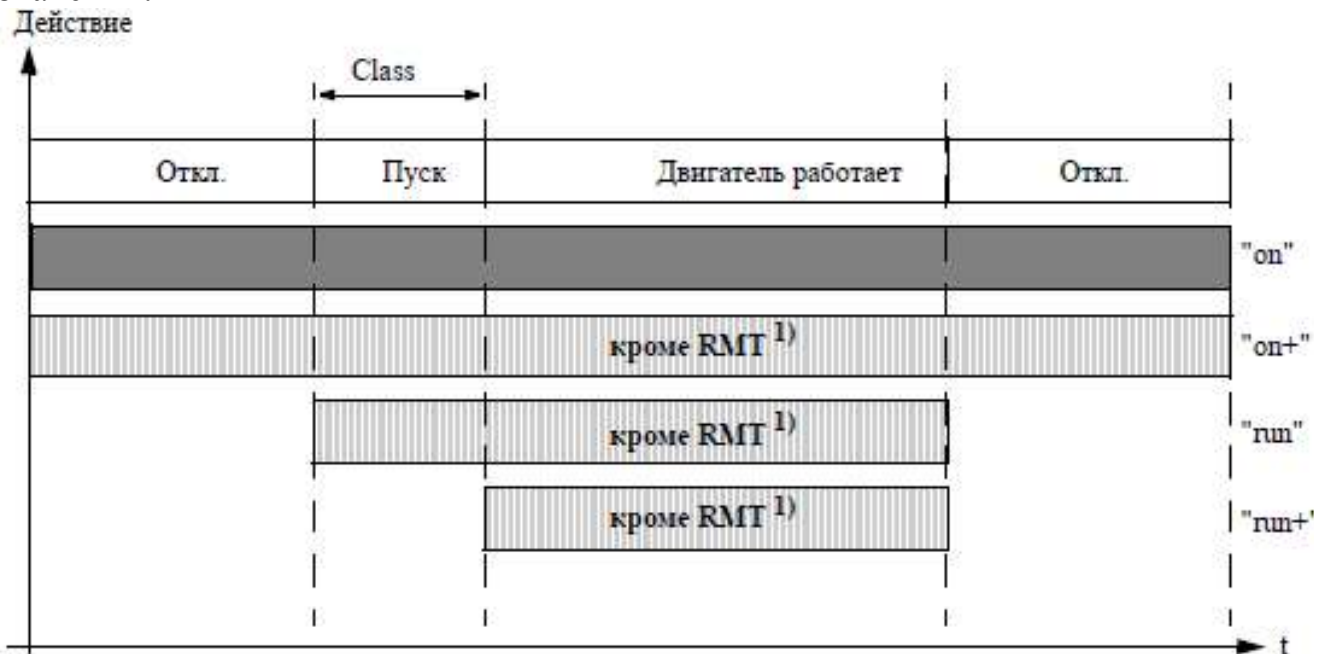


Рис. 5.17. Схема логических модулей «Сигнализаторы предельных значений»

Диаграмма на рис. 5.18 показывает алгоритм работы при различных параметрах «Действий». В табл. 5.9 приведены настройки сигнализаторов предельных значений.



1) RMT: Выдается подтверждение о том, что фидер двигателя находится в контрольном положении, т.е его главная цепь отделена от сети, однако управляющее напряжение сохраняется.

Рис. 5.18. Алгоритм работы «Сигнализатора предельных значений»

Настройки сигнализаторов предельных значений

Сигнализатор	Описание
Вход	Аналоговый штекер для логического сопряжения с контролируемым аналоговым значением (2 байта)
Вид	Определение, по какому пределу (верхнему или нижнему) будет контролироваться значение
Действие	Определение рабочего состояния двигателя, в котором будет происходить обработка сигнализатора предельных значений: <ul style="list-style-type: none"> ● on, т.е. постоянная обработка, независимо от того, работает двигатель или стоит (<i>d</i>); ● on+, т.е. постоянная обработка, независимо от того, работает двигатель или стоит; ● исключение «RMT», т.е. фидер двигателя находится в положении тестирования; ● run, т.е. обработка только, когда двигатель находится в положении «Вкл», за исключением контрольного положения «RMT»; ● run+, т.е. обработка только, когда двигатель работает, процесс пуска завершен и нет положения «RMT»
Предельное значение	Значение срабатывания сигнализатора. Значение сброса задается параметром «Сигнализатор предельных значений – Задержка». Диапазон: 0...65535
Задержка	Определенный период, в течение которого параметр должен устойчиво находиться за пределом, прежде чем произойдет установка выхода «Сообщение – Предельное значение». Диапазон: 0...25,5 с.
Надпись	Не параметр, опция. Максимальная длина 10 знаков

Глава 6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТРОЙСТВ SIMOCODE PRO

6.1. Программа Simocode ES

Для Simocode pro фирмой Сименс предлагаются различные средства для универсального ускоренного параметрирования, проектирования и диагностики: Simocode ES Smart и Simocode ES Professional, а также Simocode ES Graphic.

Simocode ES является стандартным программным обеспечением для параметрирования Simocode pro, которое может работать на ПК/ПГ в среде Windows 2000 или Windows XP.

Simocode ES Smart предназначена для прямой связи между ПК/ПГ (последовательный интерфейс) и Simocode pro по кабелю ПК через разъем на аппарате (связь от точки к точке).

Simocode ES Professional предназначена для связи с одним или несколькими аппаратами через PROFIBUS DP и/или по кабелю ПК через разъем на аппарате.

Simocode ES Graphic является опциональным пакетом программ для Simocode ES Smart или Simocode ES Professional. Он расширяет возможности обслуживания за счет графического редактора и тем самым обеспечивает весьма эргономичное и удобное для пользователя параметрирование через «Drag & Drop». Входы и выходы функциональных блоков можно сопрягать графически и можно настраивать параметры. Параметрирование аппарата можно документировать в графическом виде.

Условием инсталляции Simocode ES Graphic является наличие установленной версии Simocode ES Smart 2004 + Service Pack 1 или Simocode ES Professional + Service Pack 1 на ПК/ПГ.

Менеджер объектов OM Simocode pro является составной частью Simocode ES Professional. Благодаря установке Simocode ES Professional и OM Simocode pro на ПК/ПГ программа Simocode ES Professional может вызываться непосредственно из аппаратной конфигурации Step7 (HW Konfig), чем обеспечивается простое и универсальное проектирование в рамках системы SIMATIC-S7.

Программное обеспечение для параметрирования и сервисного обслуживания Simocode pro поставляется для работы на PC/PG в оболочке Windows 2000/XP, без кабеля к PC.

Параметрирование и ввод в эксплуатацию Simocode pro осуществляется с помощью пакетов программ Simocode ES. Они позволяют реализовать функции управления и защиты электродвигателей программным путем. Программа создает для проектирования Simocode pro удобную и наглядную среду для прямого параметрирования и ввода в эксплуатацию, встроенная функция прямой печати дает возможность получения полной документации или частичной документации на все выбранные или измененные параметры системы.

К сожалению, все перечисленные программные продукты предлагаются либо на немецком, либо на английском языках, варианта программ на русском языке в ближайшее время выпускать не предусматривается.

Иллюстрации программ Simocode ES приведены на рис. 6.1–6.4.

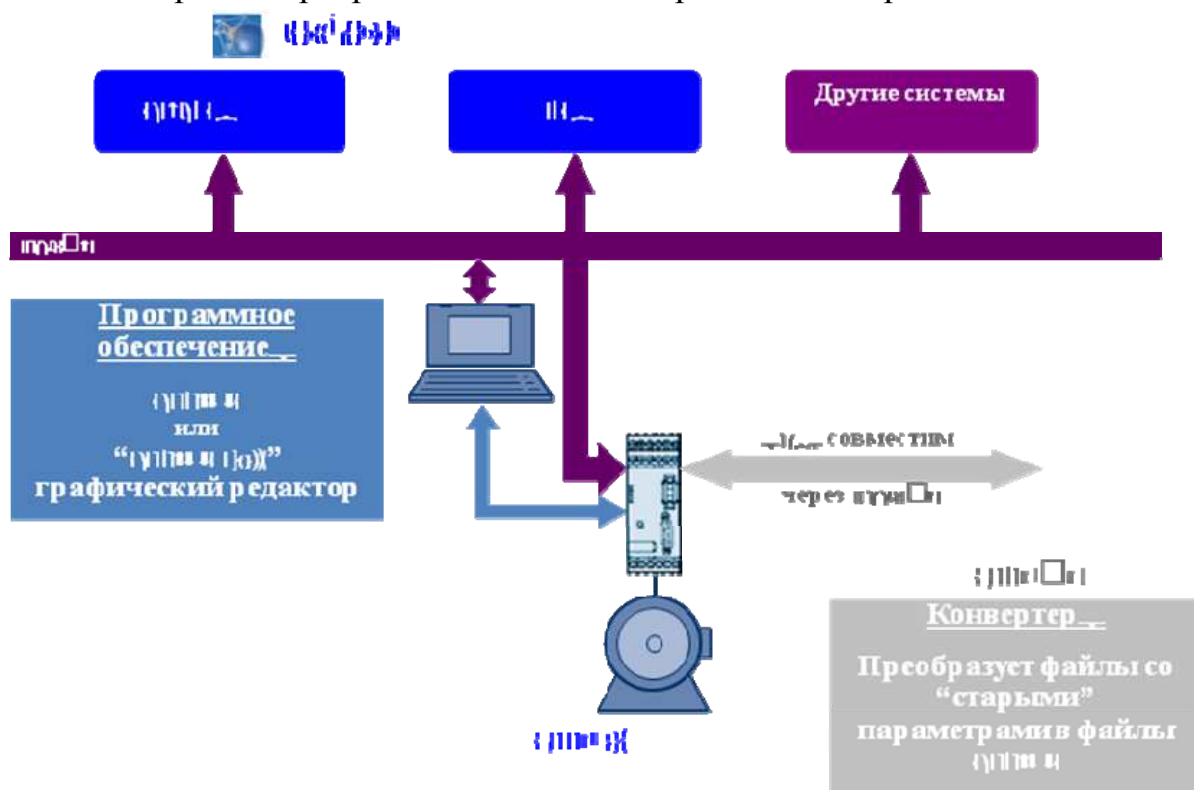


Рис. 6.1. Коммуникации Simocode pro

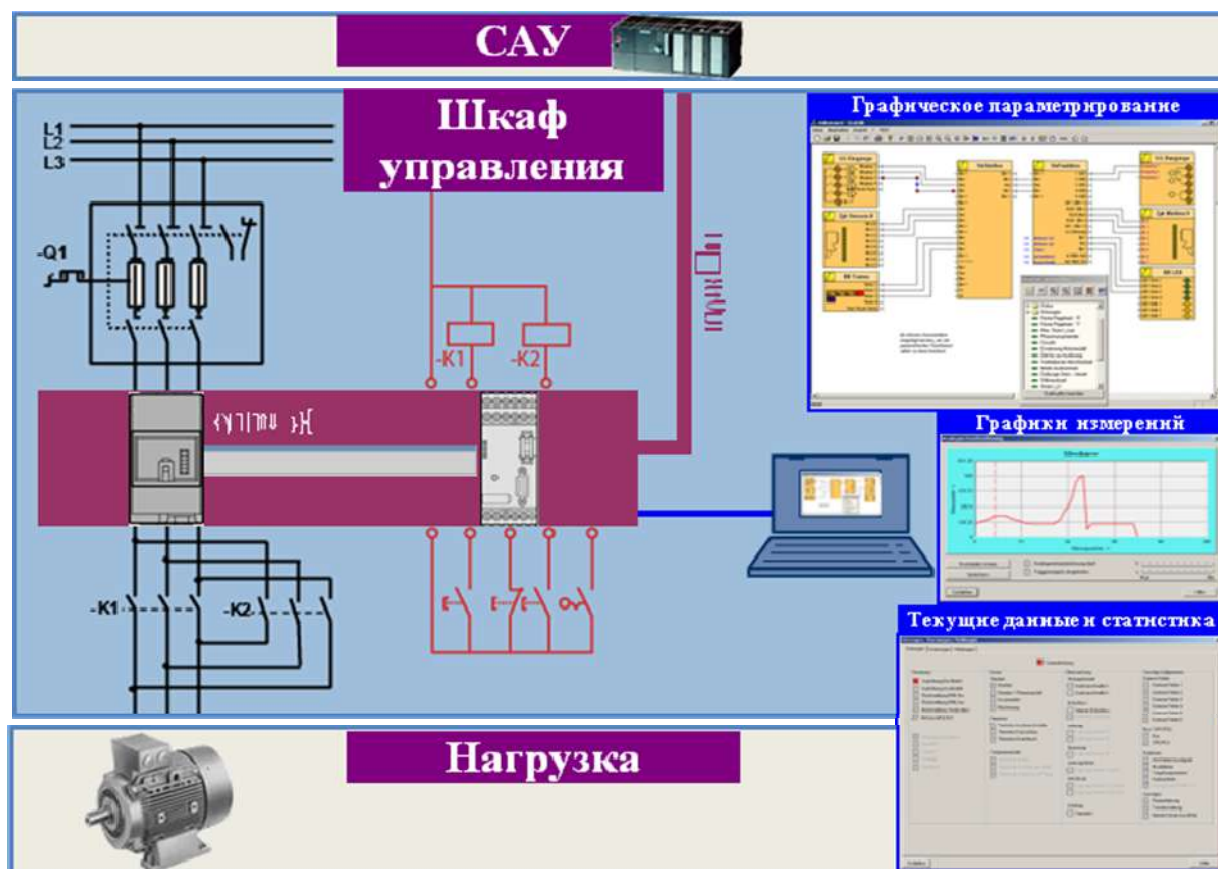


Рис. 6.2. Параметрирование с использованием программ Simocode ES

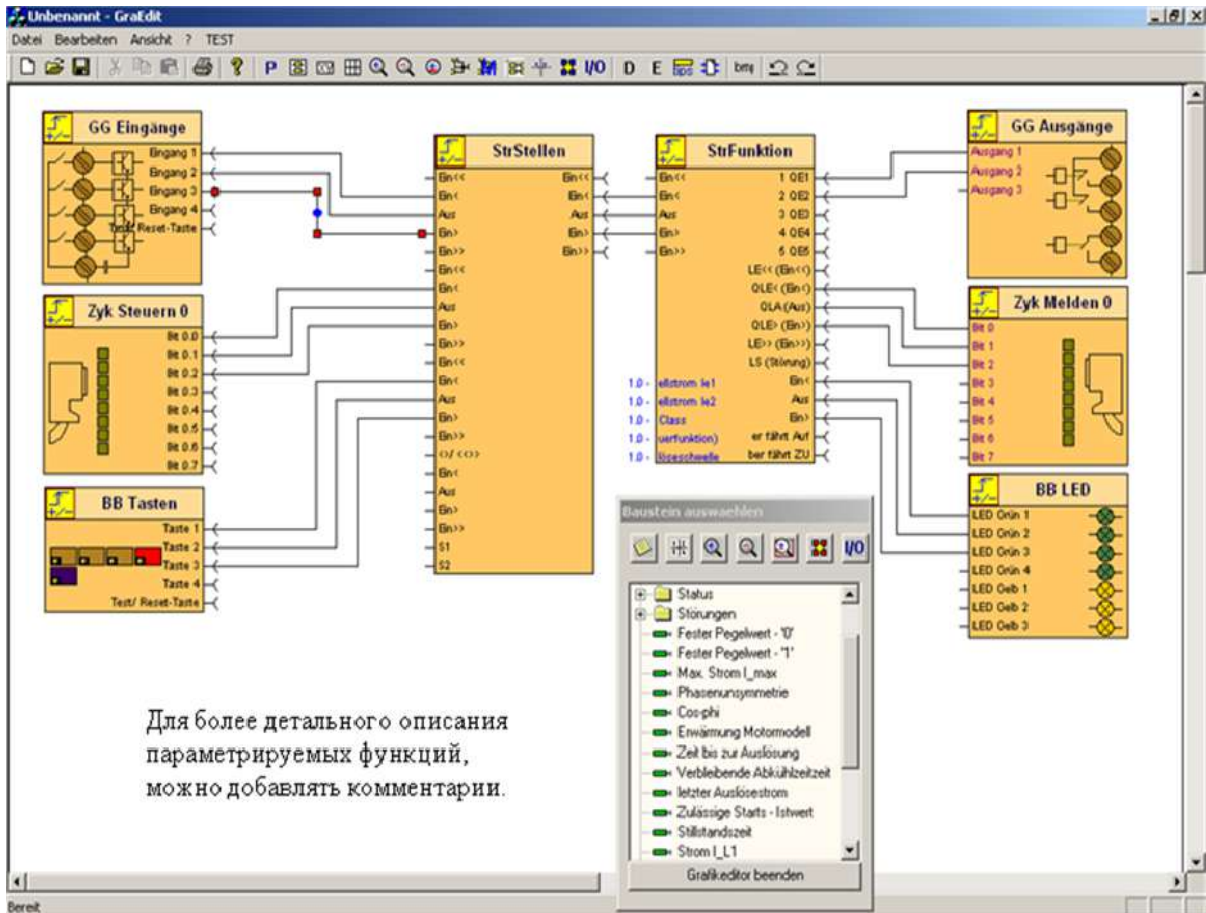


Рис. 6.3. Визуальная структура программы с Simocode ES Graphic

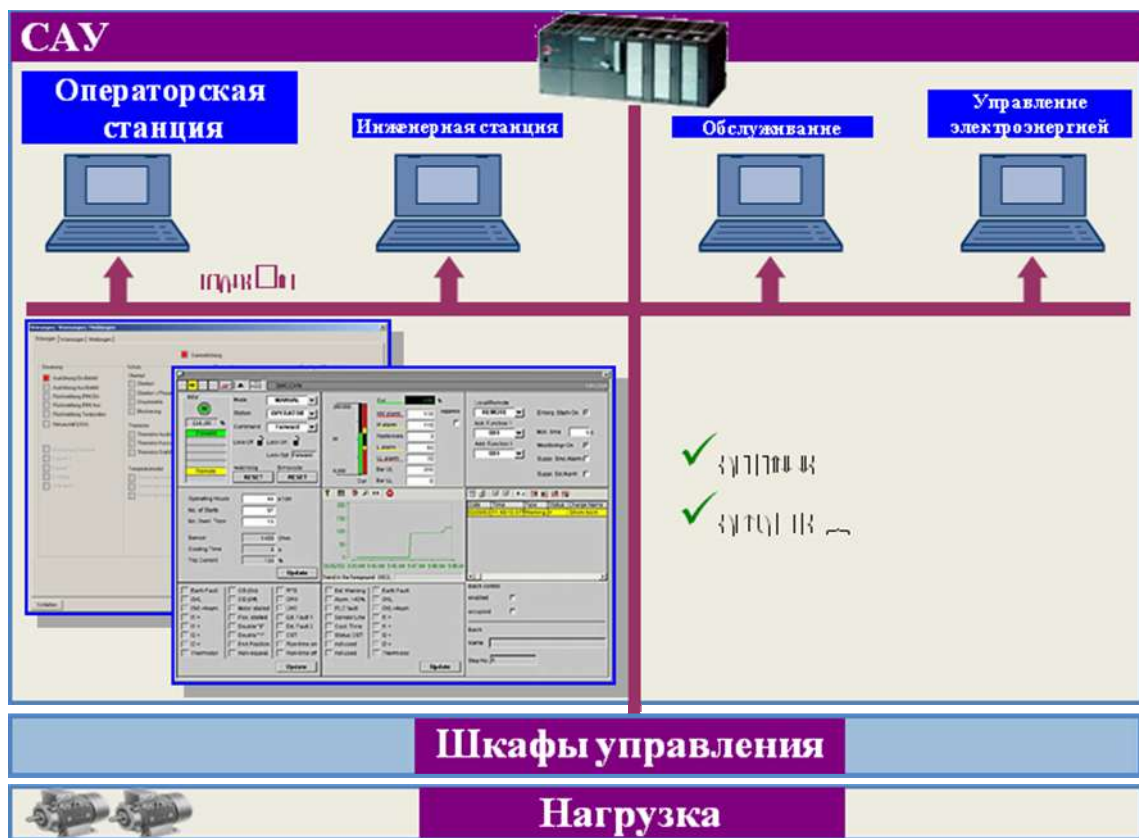


Рис. 6.4. Интеграция в системы различной конфигурации

На рис. 6.1 показаны коммуникации для Simocode pro, в том числе связи с системами автоматизации более высокого уровня, например, Simatic S7 и PCS7, работа и программирование от персонального компьютера, сбор и передача информации по шине PROFIBUS DP.

На рис. 6.2 приведены функциональные возможности параметрирования Simocode pro с использованием программ Simocode ES.

При запуске программы Simocode ES создается новая программа (рис. 6.5).

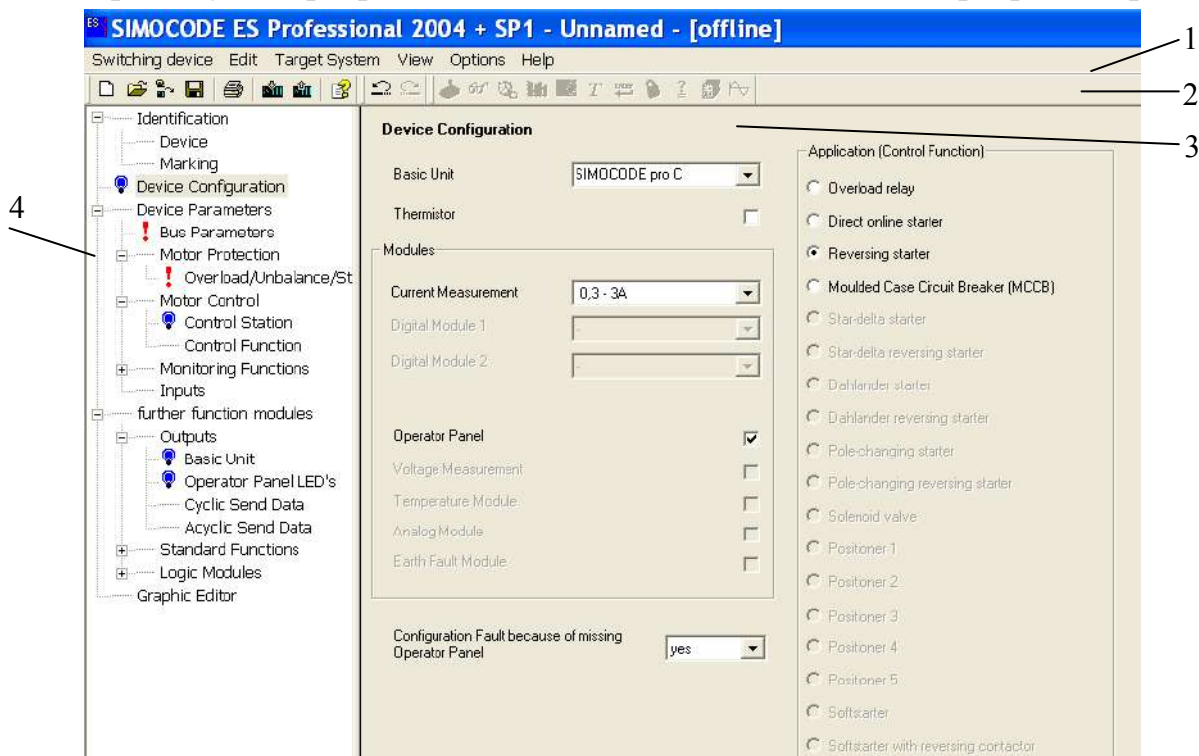


Рис. 6.5. Окно программы Simocode ES:

1 – панель меню; 2 – стандартная панель инструментов; 3 – поле ввода параметров; 4 – панель инструментов программирования

Панель меню расположена в верхней части программы Simocode ES. На ней располагаются различные команды для редактирования и управления, а также функции для задания параметров по умолчанию и для передачи коммутационной программы в устройство Simocode pro! и из него. Она содержит следующие команды:

- Switching device – включение устройства;
- Edit – редактор;
- Target System – целевая система;
- View – просмотр;
- Options – опции;
- Help – помощь.

Программа Simocode ES содержит следующие панели инструментов, которые обеспечивают (перечисление слева направо):

- New switching device – подключение нового устройства;
- Open – открыть;
- Open online – открыть в режиме онлайн;
- Save – сохранение;
- Print – печать;
- Load to switching device – загрузка в подключенное устройство;

- Load to PC – загрузка в персональный компьютер;
- Helptopics – темы помощи;
- Control/Status Information – контроль/статус информации;
- Faults/Warnings/Status Information – неисправности/предупреждения/статус информации;
- Measured Values – измеряемые значения;
- Service Data/Statistical Data – сервисные данные/статистические данные;
- Error Buffer/Error Protocol – ошибка буфера/ошибка протокола;
- Test – тестирование;
- Enter Command – ввод команды;
- Password – пароль;
- Parameter Comparison – параметр сравнения;
- Actual Configuration – актуальная конфигурация;
- Analog Value Recording – запись аналогового сигнала.

Поле ввода параметров предназначено для ввода (в основном виде цифровых значений) параметров электродвигателя, настроек защиты, управляющих и информационных сигналов. Они вводятся в диалоговом режиме, активными являются строки, выделенные темным шрифтом и характерные для выбранной конфигурации устройства Simocode pro. Остальные сообщения, имеющие не выделенный шрифт, являются не активными и эти строки не заполняются.

Панель инструментов представляет собой раскрывающееся дерево, структура которого зависит от выбранной конфигурации устройства Simocode pro. Его рассмотрение целесообразно провести на примере составления программы в Simocode ES.

При работе с программой Simocode ES используются сообщения:

- деактивация (disabled) – отключение соответствующей функции с подавлением всех сигналов;
- сигнализация (signaling) – генерируется только один внутренний сигнал, который может обрабатываться как угодно;
- предупреждение (warning) – формируется внутренний сигнал и сигнал предупреждения для передачи по шине Profibus DP, может использоваться для диагностики;
- отключение (tripping) – основные контакты контакторов размыкаются, формируется сигнал о сбое для шины Profibus DP и внутренний сигнал. Сигнал сбоя и внутренний сигнал сохраняются до тех пор, пока не истечет определенное время или не будет устранена и сброшена причина неисправности.

6.2. Параметрирование Simocode pro в программе Simocode ES

Для параметрирования используется программа Simocode ES. ПК/ПГ связан с базовым аппаратом кабелем ПК. Для Simocode pro перед началом параметрирования всегда нужно провести следующие мероприятия:

- внешние соединения устройства (для управления и обратной связи с силовыми коммутационными аппаратами и аппаратами подачи команд и сигналов);
- собрать потребительский фидер двигателя;
- выполнить монтаж силовой цепи для схемы реверсирования, включая модуль регистрации тока; при этом 3 провода к двигателю пропускаются через проходной трансформатор модуля регистрации тока;

• кроме того, иметь в наличии ПК/ПГ с установленной программой Simocode ES; базовый аппарат должен иметь заводскую исходную настройку.

Реверсивный пускатель с двигательным фидером и локальным постом управления состоит из компонентов, указанных в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Компоненты, необходимые для реализации реверсивного пускателя

Данные для заказа	Заказной номер
Базовый аппарат Simocode pro C (Simocode pro V)	3UF7000-1AU00-0 (3UF7010-1AU00-0)
Модуль регистрации тока 0,3...3 А	3UF7010-1AA00-0
Кабель соответствующей длины для соединения базового аппарата с модулем регистрации тока	3UF7930-1AA00-0
Программа Simocode ES Smart для параметрирования через системный интерфейс или программа Simocode ES Professional для параметрирования через Profibus DP системный интерфейс	3ZS1312-1CC10-0YA0 3ZS1312-2CC10-0YA0
Кабель ПК для связи ПК/ПГ	3UF7940-1AA00-0
Кабель Profibus DP	—

Электрическую схему подключения силовой цепи и элементов управления для построения реверсивного пускателя на устройстве Simocode pro C см. на рис. 2.15.

На рис. 6.6 представлена электрическая схема цепи управления с локальным постом управления для подачи следующих команд: ВЛЕВО; ОТКЛ; ВПРАВО. На схеме не учитываются индикаторы, сигнализаторы и др. Необходимые блокировки и логические сопряжения выполняются в базовом аппарате программным путем.

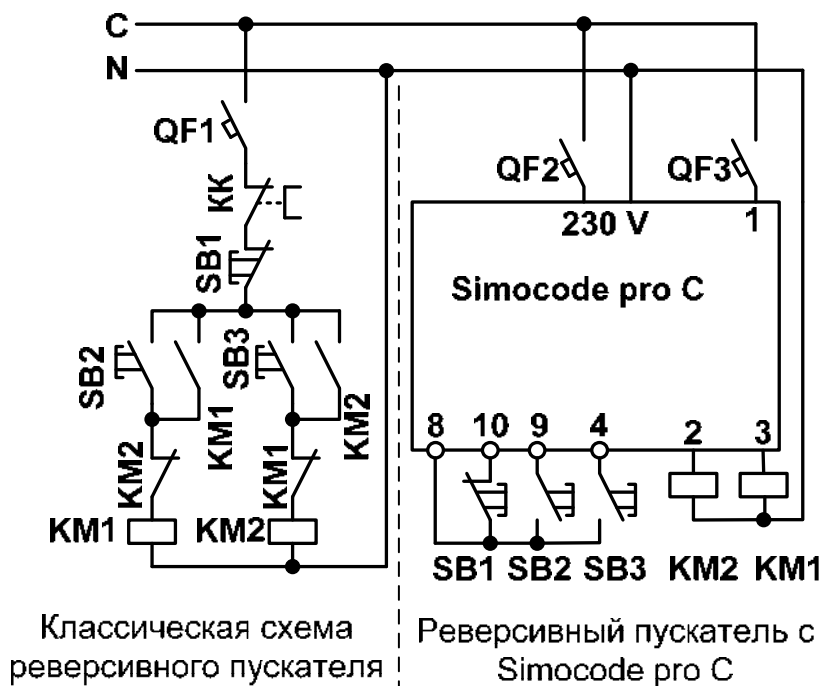


Рис. 6.6. Электрическая схема цепи управления реверсивного пускателя

В качестве электродвигателя (см. рис. 2.15) выберем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором 4AA56B4У3, имеющий: $P_n = 180$ Вт, $n_n = 1420$ об/мин, $U_n = 230/400$ В, $I_n = 1,16/0,67$ А, $K_i = 2,5$.

После выполнения внешних соединений (катушки контактора подключены, модуль регистрации тока в силовую цепь интегрирован) вторым шагом следует приступить к параметрированию Simocode pro C. Необходимые для этого сведения приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Этапы параметрирования Simocode pro C

Пункт	Описание
1	В системе Simocode pro содержатся функциональные блоки для постов управления, функций управления и защиты двигателя
2	Функциональные блоки имеют названия
3	Функциональные блоки могут иметь регулируемые параметры (тип функции управления и ток уставки для защиты от перегрузки)
4	Функциональные блоки имеют штекеры и гнезда, которые имеют однозначные обозначения
5	При параметрировании требуется: соединить друг с другом функциональные блоки, связав логически определенные штекеры с определенными гнездами; при необходимости установить в функциональных блоках параметры и тип функции управления
6	Входы функциональных блоков внутри базового аппарата называются штекерами
7	Выходы функциональных блоков внутри базового аппарата называются гнездами
8	Штекеры и гнезда внутри аппаратов при выходе с завода не соединяются (если нажать любую кнопку, то контакторы не сработают)

Параметрирование означает, что необходимо провести настройку величин и логическое сопряжение функциональных блоков в устройстве Simocode pro C.

В нашем примере это означает:

- набрать функцию управления «Реверсивный пускатель», этого достаточно для установки всех блокировок и логических сопряжений для реверсивного пускателя в базовом аппарате (см. рис. 6.5 – поле 3): Reversing Starter – отмечено точкой, Basic Unit – указан базовый аппарат Simocode pro C);

- определить уставку тока I_e для защиты двигателя; в примере выбран токовый модуль на $0,3 \dots 3$ А (см. рис. 6.5 – поле 3 Current Measurement);

- выбрать напряжение питания электродвигателя 230 В, что соответствует номинальному току 1,16 А и пусковому току 2,9 А; токовая уставка устройства должна соответствовать номинальному току двигателя 1,16 А (рис. 6.7 – Set Current Is1; там же установлены: Class – 10, класс защитной характеристики при перегрузке; Response at Trip Level – tripping, отклик при перегрузке – отключен);

- соединить программным путем функциональный блок «Выходы GG» с гнездами функционального блока «Защита/Управление» (см. рис. 6.7), т.е.:

- штекер «выход 1-GG» с гнездом «Управление контактором QE1» (вправо);

- штекер «выход 2-GG» с гнездом «Управление контактором QE2» (влево);

- штекеры функционального блока «Защита/Управление» должны быть программным путем соединены с гнездами функционального блока «Входы GG», т.е.:

- штекер локального поста управления [VO] Вкл< с гнездом «вход 1-GG»;
- штекер локального поста управления [VO] Откл с гнездом «вход 2-GG»;
- штекер локального поста управления [VO] Вкл> с гнездом «вход 3-GG».

Функция управления контакторами QE1 и QE2 зависит от параметров функции управления (табл. 6.3).

Действия для параметрирования через программу Simocode ES приведены в табл. 6.4. Иллюстрацию выполняемых действий согласно шагам, приведенным в табл. 6.4, покажем на примерах (рис. 6.5, 6.7, 6.8, 6.10–6.12).

Шаги 1, 2, 3 (рис. 6.5).

Шаг 4 (рис. 6.7).

Шаг 5 (рис. 6.9).

Шаг 6 (рис. 6.10 (Local Control: BU – Input 3 On<, BU – Input 1 On>).

Шаг 7 (рис. 6.11).

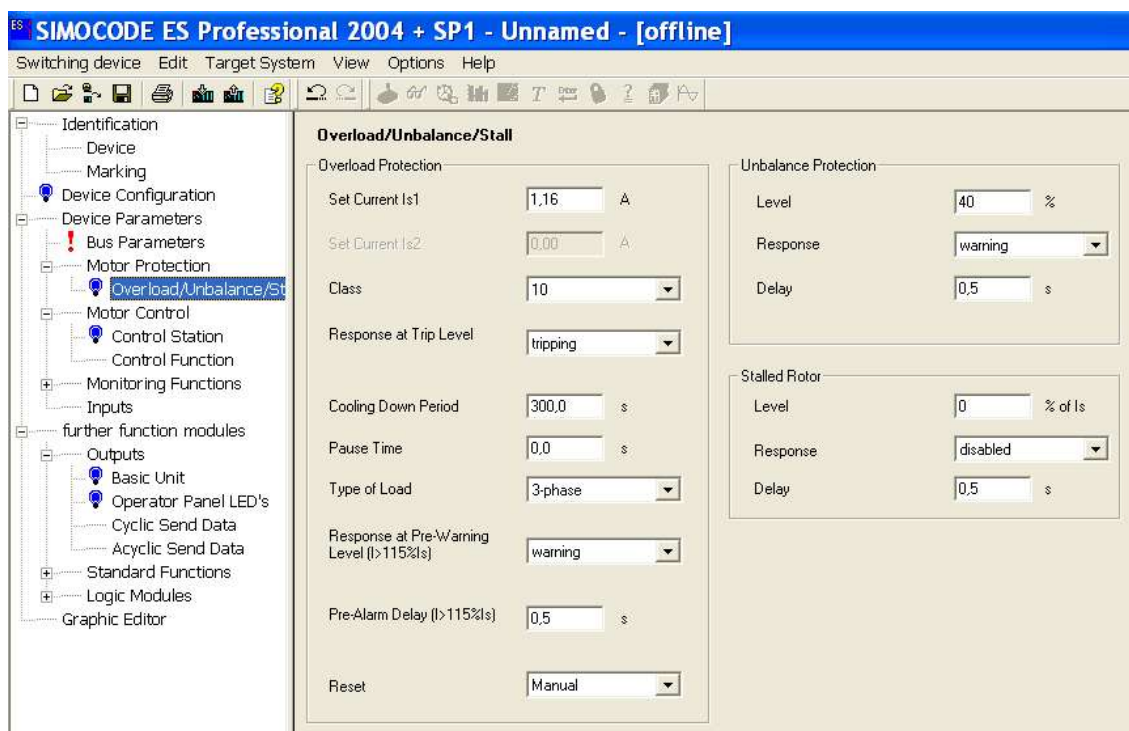


Рис. 6.7. Ввод параметров цепей защиты для электродвигателя

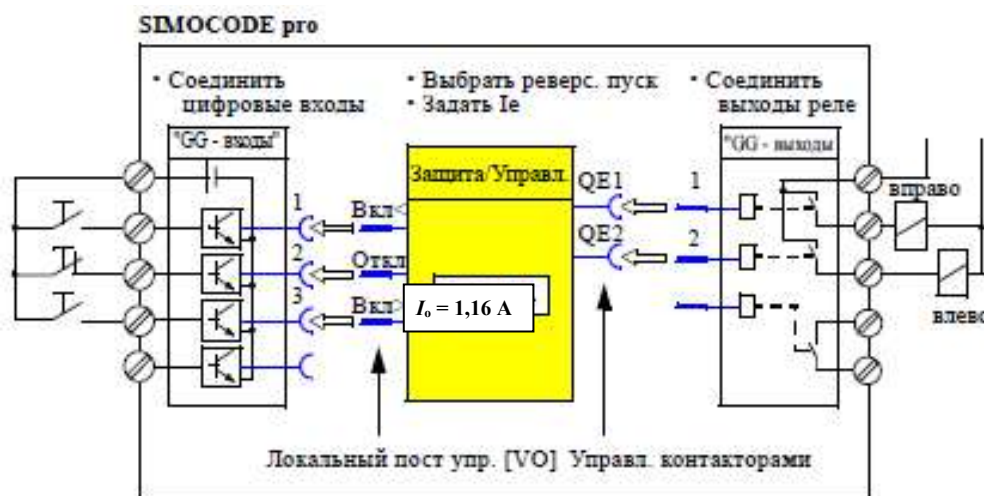


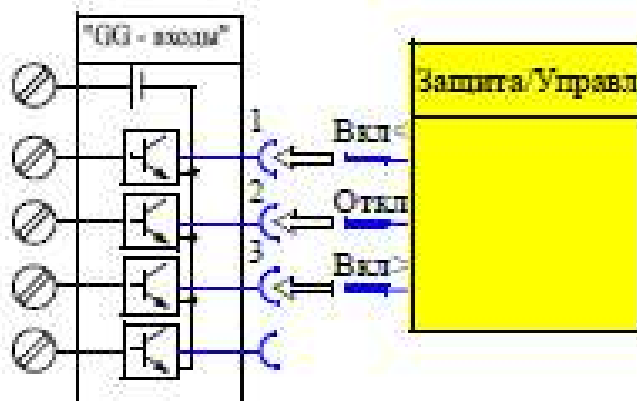
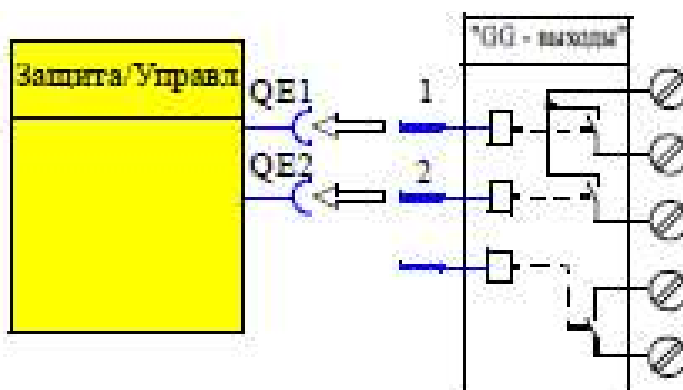
Рис. 6.8. Схема параметрирования в рассматриваемом примере

Активные посты управления, управление контакторами, лампами и сигналами статуса при функциях управления

Наименование/ Функция управления	Пост управления						Управление контакторами						Управление лампами								
	Вкл.<<			Откл.			Вкл.>>			Вкл.>			Откл.			Вкл.>>			Откл.>>		
	Вкл.<<	Вкл.<	Откл.	Вкл.>	Вкл.>>	Вкл.>>	Вкл.>	Вкл.>	Откл.	Вкл.>	Вкл.>>	Вкл.>>	Вкл.>>	Вкл.>>	Откл.	Вкл.>>	Вкл.>>	Откл.>>	Вкл.>>	Откл.>>	
Перегрузка 1),2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Прямой пускатель1),2)	-	-	откл	вкл	-	-	вкл	-	-	-	-	-	-	-	откл	вкл	-	-	-	-	
Реверс. пускатель1),2)	-	влево	откл	вправо	-	-	вправо	-	-	-	-	-	-	влево	откл	вправо	-	-	-	-	
Авт. выключатель1),2)	-	-	откл	вкл	-	-	вкл.	ИМП.	-	-	-	-	-	-	откл.	вкл	-	-	-	-	
Пускатель звезда-треугольник 2)	-	-	откл	вкл	-	-	вкл.	ИМП.	-	-	-	-	-	-	откл.	вкл	-	-	-	-	
Пуск. звезда-треугол. с реверсированием2)	-	влево	откл	вправо	-	-	вправо	звезды	треуг.	конт.	конт.	конт.	конт.	влево	откл	вправо	-	-	-	-	
Схема Даландера 2)	-	-	откл	медл.	быстр.	быстр.	медл.	медл.	конт. звезды	конт. звезды	-	-	-	-	откл	медл.	быстро	быстро	-	-	
Схема Даландера с реверсированием2)	влево быстро	влево медл.	откл	вправо медл.	вправо быстро	вправо быстро	вправо медл.	вправо медл.	вправо медл.	вправо медл.	влево быстро	влево быстро	влево медл.	влево медл.	откл	вправо медл.	вправо быстро	вправо быстро	-	-	
Перекл. числа полюс. 2)	-	-	откл	медл.	быстро	быстро	медл.	медл.	-	-	-	-	-	-	откл	медл.	медл.	медл.	-	-	
Переключ. числа полюс. с реверсированием 2)	влево быстро	влево медл.	откл	вправо медл.	вправо быстро	вправо быстро	вправо медл.	вправо медл.	вправо медл.	влево медл.	влево медл.	влево медл.	влево медл.	влево медл.	откл	вправо медл.	вправо быстро	вправо быстро	-	-	
Клапан 2)	-	-	закр	откр	-	-	откр	-	-	-	-	-	-	-	закр	откр	-	-	-	-	
Задвижка 1 2)	-	закр	стоп	откр	-	-	откр	закр	-	-	-	-	-	закр	стоп	откр	-	-	-	-	
Задвижка 2 2)	-	закр	стоп	откр	-	-	откр	закр	-	-	-	-	-	закр	стоп	откр	-	-	-	-	
Задвижка 3 2)	-	закр	стоп	откр	-	-	откр	закр	-	-	-	-	-	закр	стоп	откр	-	-	-	-	
Задвижка 4 2)	-	закр	стоп	откр	-	-	откр	закр	-	-	-	-	-	закр	стоп	откр	-	-	-	-	
Задвижка 5 2)	-	закр	стоп	откр	-	-	откр	закр	-	-	-	-	-	закр	стоп	откр	-	-	-	-	
У-во плавного пуска2)	-	-	откл	вкл	-	-	вкл	конт. сети	сброс	ком. вклоч.	-	-	-	-	откл	вкл	-	-	-	-	
У-во плавного пуска с реверс. контактором2)	-	влево	откл	вправо	-	-	вправо	конт. сети	сброс	ком. вклоч.	-	-	-	влево	откл	вправо	-	-	-	-	

Параметрирование с помощью программы Simocode ES

Шаг	Описание
1	Запустить Simocode ES на ПК/ПГ
2	Выбрать в качестве задачи функцию управления «Реверсивный пускатель». Автоматически выполняется ряд настроек, которые надо проверить
3	Выбрать в закладке «Конфигурация аппарата» Simocode pro C или V.
4	Открыть диалог: Параметры аппарата > защита двигателя > перегрузка/асимметрия/блокировка. Задать уставку тока 1,16А
5	Открыть диалог: Другие функциональные блоки > выходы > базовый аппарат и проверить следующие настройки: GG – выход 1 > управление КМ1 (QE1); GG – выход 2 > управление КМ2 (QE2). Выходы реле соединены с управлением контакторов
6	Открыть диалог: Параметры аппарата > управление двигателем > посты управления и проверить следующие настройки: локально (VO) Вкл<: GG-вход 1; локально (VO) Откл: GG-вход 2; локально (VO) Вкл>: GG-вход 3. Тем самым пост управления «локальный» соединен с входами базового аппарата
7	Параметрирование завершено. Сохранить файл с параметрами в ПК/ПГ командой: Коммутационный аппарат>сохранить



После подготовки файла с параметрами его можно перенести в Simocode pro C и ввести реверсивный пускатель в эксплуатацию, для этого необходимо выполнить действия, приведенные в табл. 6.5. Переключение с правого вращения на левое здесь возможно только через команду «Откл» и по истечении установленного времени блокировки 5 с.

Тем самым проектирование с Simocode pro C закончено. Теперь в распоряжении пользователя работоспособный реверсивный пускатель с локальным постом управления.

При правильном монтаже и параметрировании контакторы для правого и левого вращения будут управляться соответствующими кнопками.

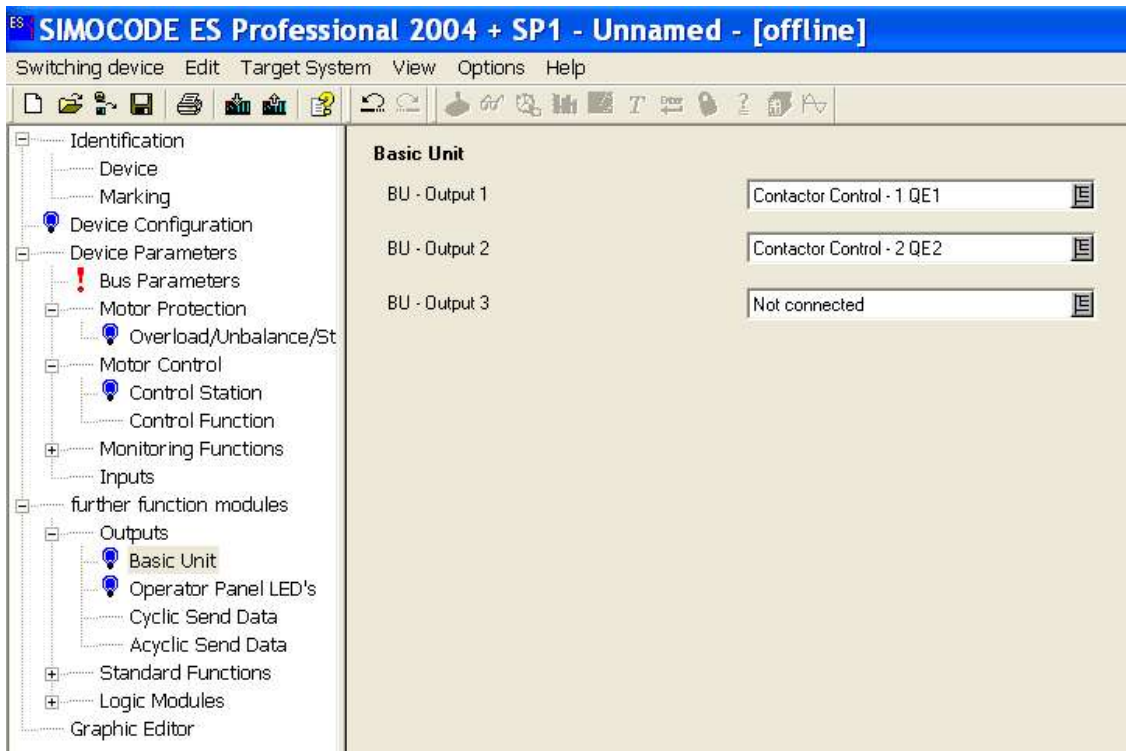


Рис. 6.9. Установка выходов базового аппарата (BU)

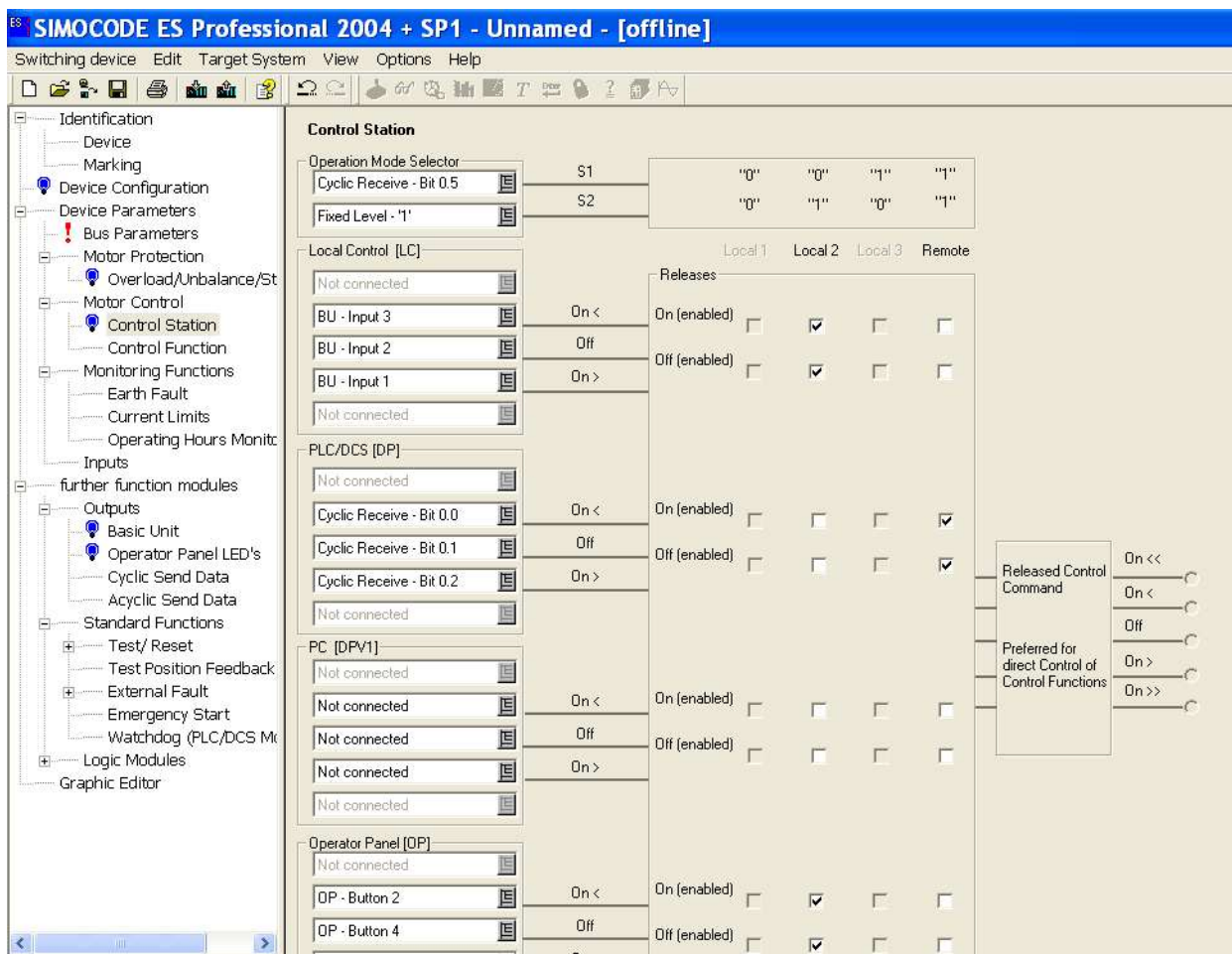


Рис. 6.10. Установка постов управления базового аппарата

Перенос параметров в базовый аппарат и ввод в эксплуатацию

Шаг	Описание
1	Подать питание на базовый аппарат
2	Соединить последовательный интерфейс ПК/ПГ и системный интерфейс базового аппарата с помощью кабеля ПК
3	Светодиод «Device» должен гореть зеленым светом. Simocode pro к работе готов
4	Передать файл с параметрами в базовый аппарат в режиме меню Система назначения > Загрузка в коммутационный аппарат. Выбрать интерфейс RS232, через который Simocode pro связан с ПК
5	После окончания переноса данных в базовый аппарат появляется сообщение «Загрузка в коммутационный аппарат успешно завершена»

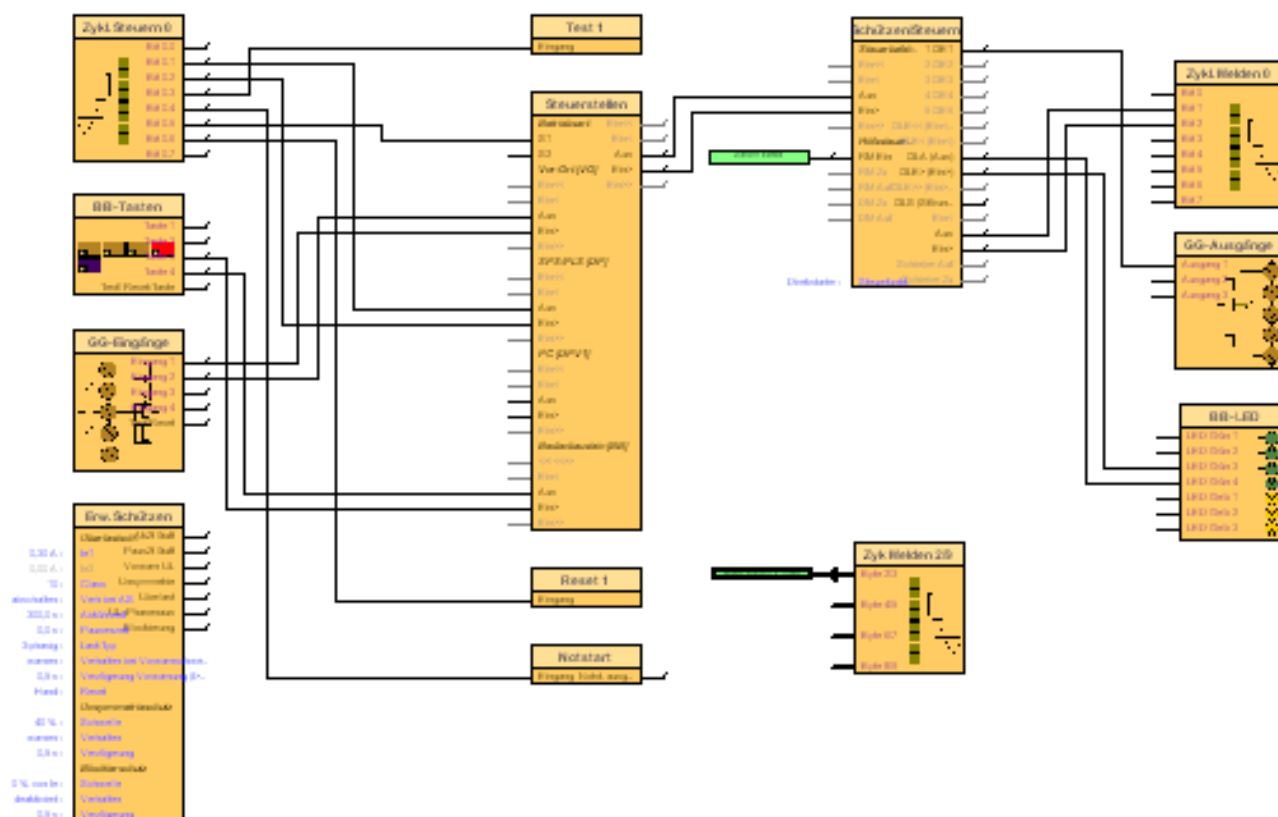


Рис. 6.11. Соединения в графическом редакторе

6.3. Описание лабораторных стендов

На сельскохозяйственных объектах для защиты асинхронных электродвигателей в основном применяются токовые электротепловые реле и специализированные реле защиты. Постоянно возрастающие требования к качеству и надежности систем электроавтоматики, сложность и многообразие автоматизируемых технологических процессов обуславливают необходимость применения современных микропроцессорных устройств защиты асинхронных электродвигателей, как при разработке новых систем управления, так и при модернизации существующих электроприводов в процессе эксплуатации.

Для изучения функциональных возможностей, принципов построения и их отладки на элементах Simocode pro служат разработанные лабораторные стенды.

Целью разработки стендов является изучение микропроцессорных устройств защиты асинхронных электродвигателей на элементах Simocode pro для электроприводов сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий.

В качестве испытываемых элементов выбраны устройства Simocode pro C и Simocode pro V производства ООО Сименс. Проведена разработка двух стендов – один предназначен для изучения устройства Simocode pro C, а другой – Simocode pro V.

Каждый из лабораторных стендов должен обеспечивать изучение функционального набора элементов Simocode pro, правил их соединения и монтажа, вопросы программирования при помощи персонального компьютера в среде Simocode ES.

В результате выполнения лабораторных работ студенты должны научиться самостоятельно разрабатывать алгоритмы защиты асинхронных электродвигателей, работающих с определенным технологическим оборудованием, исследовать их функционирование и выполнить проверку работы этой системы защиты при различных токах нагрузки электродвигателя на стенде.

Лабораторные стенды также могут использоваться студентами при выполнении курсовых и дипломных проектов. Разработанные на стадиях курсового и дипломного проектирования системы защиты электродвигателей сельскохозяйственных машин могут быть проверены на правильность их работы на стенде.

Исследование устройства Simocode pro C

Лабораторный стенд на элементах Simocode pro C предназначен:

- для изучения функциональных возможностей устройств защиты Simocode pro C, которые являются компактными функционально законченными универсальными изделиями производства ООО Сименс;

- исследования защитных характеристик электропривода при различных аварийных и внештатных ситуациях, например, перегрузке электродвигателя по току, обрыве одной из фаз напряжения питания, несимметрии питающего напряжения, режиме короткого замыкания, заклинивании ротора электродвигателя и др.;

- изучения вопросов программирования алгоритмов защиты электродвигателей в среде Simocode ES, позволяющее быстро и легко создавать, тестировать, изменять, сохранять и распечатывать программы, а также программировать модули защиты с клавиатуры без использования дополнительного программного обеспечения.

Функциональная схема лабораторного стенда Simocode pro C представлена на рис. 6.12.

В качестве электродвигателя М применен асинхронный электродвигатель переменного тока с короткозамкнутым ротором серии 4АА56В4У3 со схемой включения обмоток статора – треугольник.

Блок защиты состоит из: базового аппарата Simocode pro C, датчика тока с номиналом 0,3...3,0 А, термисторного датчика и панели оператора.

Блок нагрузки содержит: встроенный реостат для моделирования режимов нагрузки и перегрузки электродвигателя по току, одинарный реостат для моделирования режима короткого замыкания в статорной цепи электродвигателя, два электромагнитных пускателя.

Блок управления включает: автоматические выключатели для защиты силовой цепи питания электродвигателя и цепи питания базового блока Simocode pro C, силовой выключатель для подключения параллельно статорным обмоткам электродвигателя встроенного реостата, кнопки управления работой базового блока (кнопки **пуск**, **реверс**, **стоп**), кнопки для создания аварийных ситуаций (кнопки **короткое замыкание**, **обрыв фазы**), тумблер для отключения кнопки **реверс**, амперметр для измерения тока в одной из фаз электропитания двигателя.

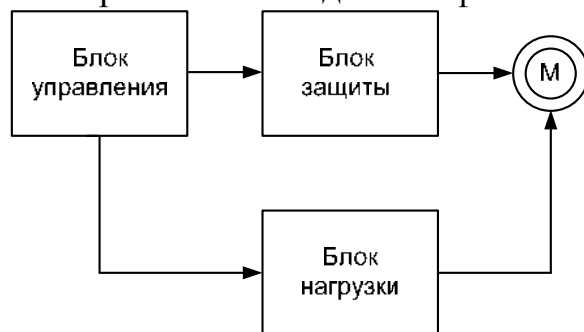


Рис. 6.12. Функциональная схема лабораторного стенда с Simocode pro C

При выполнении лабораторной работы последовательность действий по изучению устройства защиты Simocode pro C должно быть от простого к сложному. Поэтому студенты после ознакомления с оборудованием стенда должны:

- составить алгоритм работы защитного устройства согласно начальным условиям, заданных преподавателем, в программе Simocode ES на компьютере;
- перенести разработанную программу из памяти компьютера в базовый блок устройства Simocode pro C;
- проверить экспериментально эффективность работы устройства Simocode pro C в различных режимах работы электродвигателя при разных нагрузках.

Электрическая схема стенда представлена на рис. 6.13, а внешний вид лабораторного стенда показан на рис. 6.14.

Автоматический выключатель QF1 предназначен для подачи напряжения электропитания на стенд и для защиты обмоток статора электродвигателя при коротких замыканиях. Автоматический выключатель QF2 предназначен для включения базового блока устройства Simocode pro C по цепи электропитания. GG – базовый блок устройства Simocode pro C. VI – модуль измерения тока, подключаемый к базовому блоку GG с помощью кабеля L1. BO – это панель оператора, подключаемая к базовому блоку GG с помощью кабеля L2. KM1 и KM2 – электромагнитные пускатели, катушки которых подключены к базовому блоку GG, а их контакты коммутируют электропитание обмоток электродвигателя M, обеспечивая его прямое и реверсивное вращение. Силовой выключатель SA1 предназначен для параллельного подключения к обмоткам электродвигателя M нагрузочного встроенного реостата RR. Тумблер SA2 отключает кнопку управления, подающую команду РЕВЕРС. Кнопка SB1 предназначена

для моделирования режима короткого замыкания. Кнопка SB2 предназначена для моделирования режима обрыва фазы. Кнопка SB3 предназначена для подачи команды ПУСК. Кнопка SB4 предназначена для подачи команды СТОП. Кнопка SB5 предназначена для подачи команды РЕВЕРС. Резистор RT моделирует работу термисторного датчика температуры.

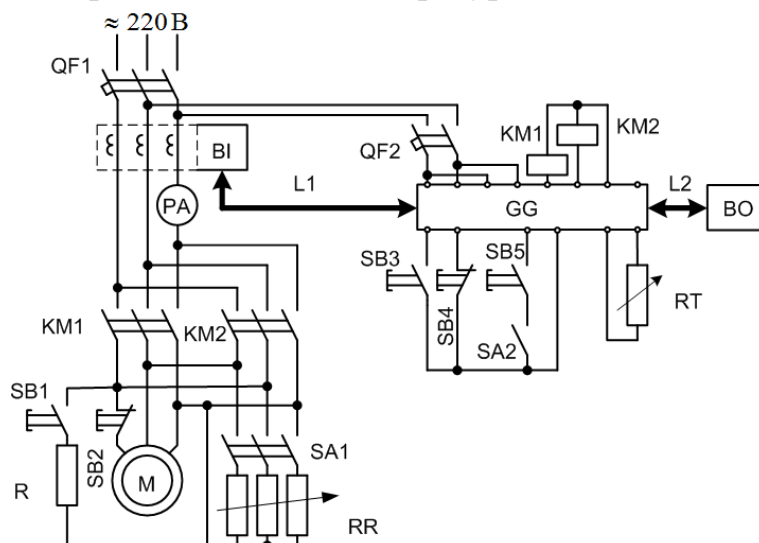


Рис. 6.13. Принципиальная электрическая схема стенда с Simocode pro C

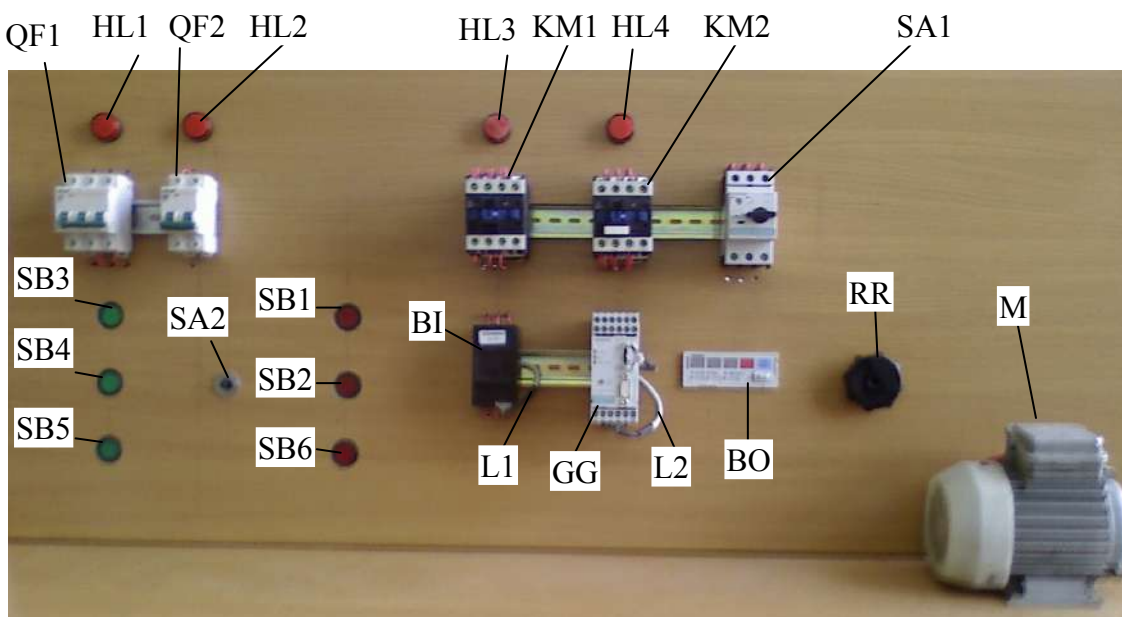


Рис. 6.14. Внешний вид стенда с устройством Simocode pro C

Для обеспечения безопасных условий при выполнении лабораторной работы напряжение питания стенда выбрано равным 220 В.

На стенде элементы расположены слева направо в следующем порядке: вводной трехфазный автоматический выключатель QF1 (предназначенный для подачи питания на лабораторный стенд) и сигнальная лампа HL1 (сигнализирующая о наличии питания); далее однофазный автоматический выключатель QF2 (предназначенный для подачи питания на базовый блок Simocode pro C) и сигнальная лампа HL2 (сигнализирующая о наличии питания); сигнальная лам-

па HL3 (сигнализирующая о включении пускателя KM1); сигнальная лампа HL4 (сигнализирующая о включении пускателя KM2); кнопки SB3, SB4, SB5 расположены слева, сверху вниз, а правее – кнопки SB1, SB2, SB6; в центре стенда находятся элементы BI, GG, L1, L2, RR; в правом нижнем углу стенда установлен электродвигатель M.

Кнопка SB6 (см. рис. 6.13 – она не показана) предназначена для размыкания одного из сопротивлений реостата RR, при этом проводят моделирование перекоса фазного питающего напряжения электродвигателя.

Исследование устройства Simocode pro V

Стенд для исследования устройства Simocode pro V во многом аналогичен стенду Simocode pro C. В нем используются модули расширения, позволяющие увеличить количество исследуемых защитных функций устройства Simocode pro V, электродвигатель с обмотками звезда – треугольник и двухскоростной электродвигатель, включаемый по схеме Даландера.

Стенд предназначен для:

- изучения функциональных возможностей устройств защиты **Simocode pro V**;

- исследования защитных характеристик электропривода при различных аварийных и внештатных ситуациях, например, перегрузка электродвигателя по току, заклинивание ротора электродвигателя, падение скорости вращения ротора электродвигателя и др.;

- исследования вопросов программирования алгоритмов защиты электродвигателей в среде Simocode ES, позволяющее быстро и легко создавать, тестировать, изменять, сохранять и распечатывать программы, а так же программирование модулей защиты с клавиатуры без использования дополнительного программного обеспечения.

Функциональная и принципиальная электрическая схемы лабораторного стенда **Simocode pro V** представлены на рис. 6.15 и 6.16 соответственно.

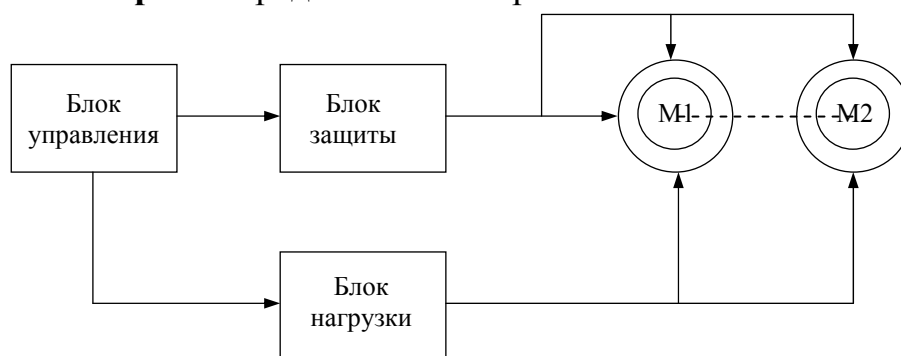


Рис. 6.15. Функциональная схема лабораторного стенда с Simocode pro

В качестве электродвигателя M1 применен асинхронный электродвигатель переменного тока с короткозамкнутым ротором серии 4AX80B4Y3 со схемой включения обмоток статора – звезда-треугольник. Электродвигатель M2 – двухскоростной электродвигатель марки 1LA7107-0AB20 с обмотками, соединенными по схеме Даландера. Блок защиты состоит из: базового аппарата Simocode pro V, датчика тока с номиналом 2,4...25 А, термисторного датчика и

панели оператора. Блок нагрузки содержит: электромагнитную муфту EM1 постоянного тока для моделирования режимов нагрузки, перегрузки и полного заклинивания ротора электродвигателя, автотрансформатор TU1, выпрямитель VD1...VD4, автоматический выключатель QF2.

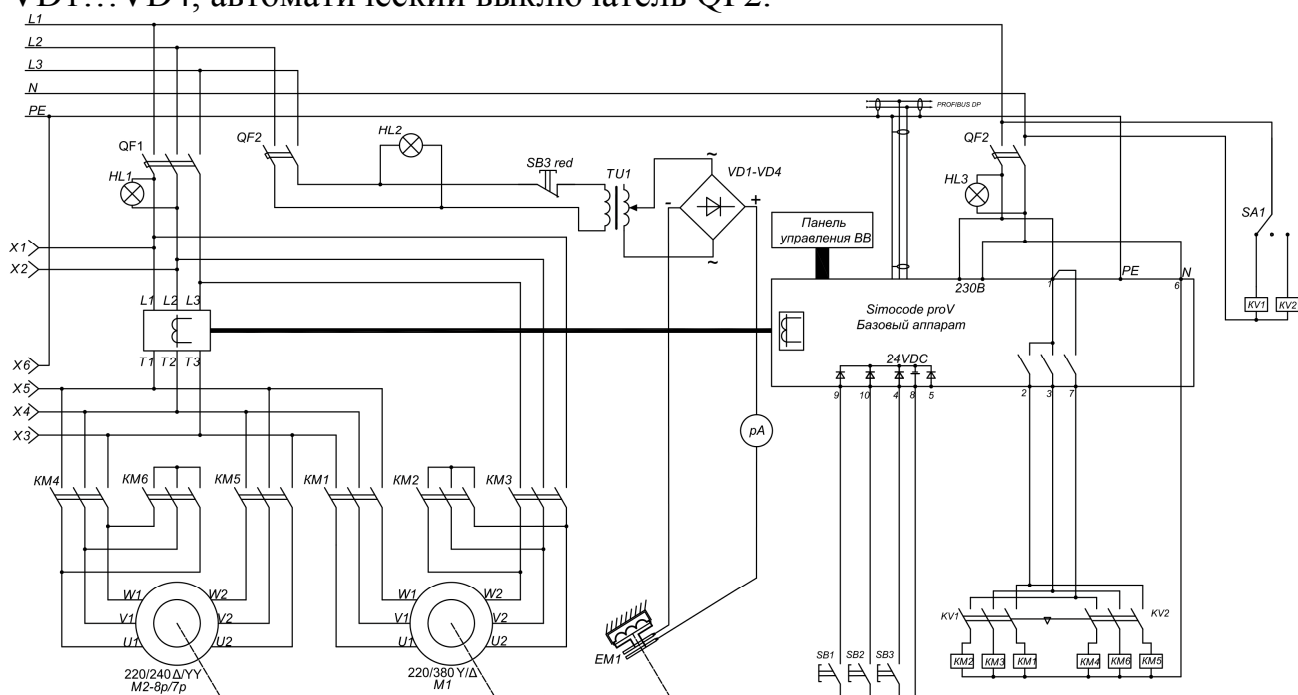


Рис. 6.16. Принципиальная электрическая схема стенда с Simocode pro V

Блок управления включает: автоматические выключатели QF1 для защиты силовой цепи питания электродвигателя и QF3 цепи питания базового блока Simocode pro V, панель ВВ оператора, подключаемая к базовому блоку, кнопки управления SB1...SB3 работой базового блока кнопки для создания аварийных ситуаций (кнопка включения электромагнитной муфты), тумблер SA1 и промежуточные реле KV1, KV2 для переключения выходов контроллера, магнитные пускатели KM1...KM6.

Алгоритм и правила выполнения лабораторных работ

Цель работы: изучить принцип действия устройства защиты и управления асинхронного электродвигателя SimocodeProC, исследовать его работу при различных аварийных режимах.

Для исключения ошибочных действий при выполнении лабораторной работы и выхода из строя сложного и дорогостоящего оборудования стенда, все оборудование смонтировано согласно принципиальной и монтажной схема и не требует никакого вмешательства при выполнении программы исследований.

Шаг 1. Внимательно изучить описание лабораторной работы.

Шаг 2. Изучить схему лабораторного стенда, подключение устройства управления и защиты асинхронного электродвигателя SimocodeProV и АД, назначение все приборов и аппаратов.

На этом этапе студент должен изучить схему, понять назначение все основных ее элементов, уяснить какие величины регистрируются измерительными приборами.

Шаг 3. Ответить на вопросы преподавателя и получить доступ к работе.

При отключенном электропитании стенда определить последовательность изменения, регистрации, и записи исследуемых величин. Записать паспортные данные используемого оборудования. Ответить на контрольные вопросы преподавателя для допуска к выполнению лабораторной работы.

Шаг 4. Согласно программе по пунктам выполнить исследования режимов работы электродвигателей.

После допуска преподавателем студентов к выполнению лабораторной работы следует начать ее выполнение, строго руководствуясь последовательностью действий, изложенных в методических рекомендациях. Исследовать нормальные режимы электропривода и записать измеряемые величины в таблицы. Проверить работу ЭД во внештатных и аварийных режимах – работа на двух фазах, при обрыве одной фазы, при двухфазном КЗ, токовой утечке, перегрузке.

Шаг 5. Проанализировать все полученные экспериментальные данные и показать их преподавателю.

Шаг 6. Если работа выполнена полностью, перейти к шагу 7. В противном случае вернуться к шагу 4.

Шаг 7. Отключить стенд. Выполнить необходимые расчеты и графические построения для оформления работы, подготовиться к ответам на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Каково назначение устройств Simocode pro?
2. Каковы преимущества устройств Simocode pro по сравнению с другими устройствами для защиты асинхронных двигателей?
3. Каковы защитные функции устройств Simocode pro?
4. Каковы функции контроля устройств Simocode pro?
5. Каковы модули расширения устройств Simocode pro?
6. Каков состав устройства Simocode pro C?
7. Каковы базовые модули Simocode pro?
8. Каковы функции управления Simocode pro?
9. Каковы основные функциональные отличия устройства Simocode pro V от устройства Simocode pro C?
10. Как осуществляются функции мониторинга устройств Simocode pro?
11. Как реализуется контроль замыкания на землю?
12. Как реализуется контроль предельных значений тока?
13. Как реализуется контроль напряжения?
14. Как реализуется контроль $\cos\phi$?
15. Как реализуется контроль активной мощности?
16. Как реализуется контроль рабочего процесса?
17. Как реализуется контроль часов работы?
18. Как реализуется контроль количества пусков?
19. Как реализуется аналоговый контроль температуры?
20. Каков принцип действия гистерезисов в контрольных функциях?
21. Что такое входы устройств Simocode pro?
22. Что такое выходы устройств Simocode pro?
23. Каковы назначение и функции светодиодов панели оператора?
24. Как соединяются устройства Simocode pro?
25. Каковы модули регистрации тока?
26. Каковы системные интерфейсы устройств Simocode pro?
27. Расскажите о порядке ввода в эксплуатацию устройств Simocode pro.
28. Расскажите о диагностике устройств Simocode pro.
29. Каковы назначение и состав логических модулей?
30. Расскажите о счетчиках и таймерах логических модулей.
31. Расскажите о сигнализаторах предельных значений.
32. Каково назначение программы Simocode ES?
33. Расскажите о параметрировании Simocode pro в программе Simocode ES.
34. Каковы сообщения, используемые в программе Simocode ES?
35. Каковы этапы параметрирования Simocode pro C?
36. Расскажите об установке постов управления базового аппарата.
37. Расскажите о переносе параметров в базовый аппарат и вводе его в эксплуатацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасенков, А.А. Исследование устройств Simocode pro С для защиты асинхронных электродвигателей / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин. – М.: РГАУ-МСХА, 2016. – 38 с.
2. Герасенков, А.А. Автоматизированный электропривод. Основные понятия, терминология и условные обозначения / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2009. – 108 с.
3. Электронный ресурс: [http://www. Siemens-pro.ru](http://www.Siemens-pro.ru). Пускорегулирующая аппаратура. Устройства управления двигателем и аппаратура управления SIMOCODE pro. Справочник по функциям. Выпуск 06/2021. A5E40507294005A/RS-AA/001
4. Электронный ресурс: http://buildingtechnologies.idtec.ru/wp-content/docs/simocode_pro_ru.pdf. SIMOCODE pro. Устройства управления и защиты электродвигателей.
5. Электронный ресурс: http://esistems.ru/wp-content/uploads/2013/09/SIMOCODE_RU.pdf. Руководство по эксплуатации.
6. Simocode pro. Руководство по проектированию, вводу в эксплуатацию, ремонту и обслуживанию. Заказной №: 3UF7970-0AA01-0. Издание 10/2005. GWA 4NEB 631 6050-21 DS 01. – М.: ООО «Сименс», 2005. – 496 с.
7. Электронный ресурс: www.m-electro.com SIMOCODE pro 3UF _ 3RS70 3RR 3UG_ 3RP 7PV 2017-2018.pdf

Учебное издание

КАБДИН Николай Егорович
СТОРЧЕВОЙ Владимир Федорович
АНДРЕЕВ Сергей Андреевич
СЕЛЕЗНЕВА Дарья Михайловна
БЕЛОВ Дмитрий Владимирович

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ
АСИНХРОННЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

Учебное пособие

Издается в авторской редакции
Техн. редактор Т.Б. Самсонова

Подписано к печати 20.10.2023. Формат 60×84/16.
Печ. л. 7,75. Тираж 500 экз. Заказ № 582

Отпечатано в АНО Редакция журнала «МЭСХ»
127412, Москва, ул. Б. Академическая, д. 44, корп. 2, e-mail: t_sams@mail.ru