МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 62026-7— 2023

Аппаратура распределения и управления низковольтная

ИНТЕРФЕЙСЫ МЕЖДУ КОНТРОЛЛЕРАМИ И УСТРОЙСТВАМИ

Часть 7

CompoNet

(IEC 62026-7:2010, Low-voltage switchgear and controlgear — Controller-device interfaces (CDIs) — Part 7: CompoNet, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 апреля 2023 г. № 161-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июля 2024 г. № 973-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 62026-7—2023 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2025 г. с правом досрочного применения

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 62026-7:2010 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Интерфейсы между контроллерами и приборами (CDI). Часть 7. CompoNet» («Low-voltage switchgear and controlgear — Controller-device interfaces (CDIs) — Part 7: CompoNet», IDT).

Международный стандарт разработан подкомитетом 17B «Низковольтная аппаратура распределения и управления» Технического комитета IEC/TC 17 «Аппаратура распределения и управления» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5—2001 (подраздел 3.6).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© IEC, 2010
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024



В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 3
3.1 Термины и определения 3
3.2 Сокращения 5
4 Классификация 5
4.1 Общие положения 5
4.2 Технические характеристики сети 7
4.3 Компоненты 7
4.4 Коммуникационная модель CompoNet 8
4.5 CompoNet и CIP 9
5 Технические характеристики 9
5.1 Коммуникационный цикл (цикл связи) 9
5.1.1 Общие положения 9
5.1.2 Временные области 9
5.1.3 Типовой коммуникационный цикл 10
5.2 Протокол обмена сообщениями 10
5.2.1 Формат фрейма сообщения 10
5.2.2 Типы фреймов сообщений 12
5.2.3 Обмен явными сообщениями 35
5.2.4 Требование синхронизации явных сообщений клиента/сервера 45
5.3 Классы коммуникационных объектов CompoNet 46
5.3.1 Общие положения 46
5.3.2 Определение класса объекта идентификации (идентификационный код класса 01Hex) 47
5.3.3 Определение класса объекта маршрутизатора сообщений (идентификационный код класса 02Hex) 47
5.3.4 Определение класса объекта соединения (идентификационный код класса 05Hex) 47
5.3.5 Определение класса объекта CompoNet Link (идентификационный код класса $F7_{Hex}$) . . . 56
5.3.6 Объект повторителя CompoNet (идентификационный код класса $F8_{Hex}$) 62
5.4 Конечный автомат доступа к сети 63
5.4.1 Общие положения 63
5.4.2 События доступа к сети 64
5.4.3 Диаграмма перехода состояний 65
5.4.4 Автоматическое определение скорости передачи данных 67
5.4.5 Обнаружение дублирующего MAC ID 67
5.4.6 Поведение повторителя 68
5.5 Разъем ввода/вывода 69
5.6 TDMA 69
5.6.1 Общие положения 69
5.6.2 Временные характеристики линии передачи данных 69
5.6.3 Расчет временной области 73
5.7 Физический уровень 78
5.7.1 Общие положения 78

5.7.2 Физическая сигнализация 78
5.7.3 Требования к мастер-порту 79
5.7.4 Требования к ведомому порту 81
5.7.5 Требования к принимаемому сигналу для портов мастера и ведомого 84
5.7.6 Требования к цифровой обработке 85
5.7.7 Рекомендуемые схемы и параметры компонентов 88
5.7.8 Изоляция 93
5.7.9 Среда передачи 94
5.7.10 Топология 95
5.7.11 Мощность канала 101
5.7.12 Реализация повторителя 104
6 Информация об изделии 104
7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортирования 104
7.1 Нормальные условия эксплуатации 104
7.1.1 Общие положения 104
7.1.2 Температура окружающего воздуха 105
7.1.3 Высота 105
7.1.4 Климатические условия 105
7.2 Условия при транспортировании и хранении 105
7.3 Монтаж 105
8 Требования к конструкции и техническим характеристикам 105
8.1 Индикаторы и переключатели конфигурации 105
8.1.1 Индикаторы состояния 105
8.1.2 Переключатели 106
8.1.3 Маркировка CompoNet 107
8.2 Кабель CompoNet 109
8.2.1 Обзор 109
8.2.2 Шаблон сечения кабеля 109
8.2.3 Сечение круглого кабеля I 110
8.2.4 Сечение круглого кабеля II 112
8.2.5 Сечение плоского кабеля I 114
8.2.6 Профиль плоского кабеля II 116
8.3 Терминатор 118
8.3.1 Общие положения 118
8.3.2 Согласующий резистор 118
8.3.3 Нагрузочный конденсатор 118
8.4 Соединители (разъемы) 118
8.4.1 Общие положения 118
8.4.2 Шаблон 119
8.4.3 Технические требования зацепления для соединительных профилей: открытый, плоский I, плоский II 120
8.4.4 Характеристики фиксирующих приспособлений соединительных профилей: открытые, плоские I, плоские II 122
8.4.5 Открытый соединительный профиль 123
8.4.6 Профиль плоского соединителя I 127

8.4.7 Профиль плоского соединителя II. 131
8.4.8 Профиль герметичного разъема M12 134
8.5 Практическое осуществление (реализация) питания узла 135
8.5.1 Общие положения 135
8.5.2 Требования к подключению питания узла 135
8.5.3 Требования к узлам с питанием от сетевых источников питания. 136
8.6 Защита от неправильного подключения 137
8.7 Электромагнитная совместимость (ЭМС) 137
8.7.1 Общие положения 137
8.7.2 Помехоустойчивость 137
8.7.3 Эмиссия помех 138
9 Испытания 138
9.1 Общие положения 138
9.2 Электрические испытания 138
9.2.1 Проверка рабочего напряжения порта ведомого. 138
9.2.2 Обратно подключенная линия питания 139
9.2.3 Кратковременное прерывание питания 139
9.2.4 Изоляция 139
9.2.5 Входное сопротивление. 140
9.2.6 Форма выходного сигнала 141
9.2.7 Минимальная форма входного сигнала 141
9.2.8 Испытания на электромагнитную совместимость 142
9.3 Механические испытания 143
9.4 Логические испытания. 143
9.4.1 Общие положения 143
9.4.2 Проверка ведомых устройств и повторителей. 143
9.4.3 Проверка мастера 145
Приложение A (обязательное) Общие сервисы CompoNet 148
Приложение B (обязательное) Коды ошибок CompoNet 149
Приложение C (обязательное) Определение атрибута пути соединения. 150
Приложение D (обязательное) Спецификация и кодирование типов данных 151
Приложение E (обязательное) Библиотека объектов связи 154
Приложение F (обязательное) Диапазоны значений 155
Приложение G (обязательное) CN временного домена по умолчанию 156
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 160
Библиография 162

Введение

Настоящий стандарт представляет собой прямое применение международного стандарта IEC 62026-7:2010 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Интерфейсы между контроллерами и приборами (CDI). Часть 7. CompoNet». Он входит в качестве части 7 в серию стандартов IEC 62026 для интерфейсов между контроллерами и управляемым ими низковольтным оборудованием или устройствами (Controller-device interfaces — CDI).

IEC 62026-7:2010 дополняет специальными требованиями для CompoNet общие и основополагающие положения, содержащиеся в IEC 62026-1:2007 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Интерфейсы между контроллерами и приборами (CDI). Часть 1. Общие правила».

IEC 62026-7:2010 устанавливает требования к функциональной связи, взаимодействию и безопасности, а также условия и методы испытания CompoNet — сети нижнего прикладного уровня, которая обеспечивает высокоскоростную связь между устройствами более высокого уровня, такими как контроллеры, и простыми промышленными устройствами, такими как датчики, исполнительные механизмы и другие оконечные устройства или нагрузки. CompoNet соединяет контроллеры с датчиками и исполнительными механизмами. Контроллер действует как ведущий (или мастер), а датчики и исполнительные механизмы действуют как ведомые. Предусмотрены два типа ведомых устройств. К одному из них относятся ведомые биты с данными до четырех точек, а к другому — подчиненные устройства Word с данными из 16 точек. Повторители служат для увеличения длины связи (сети). CompoNet предназначена для использования в системах промышленной автоматизации, но не ограничивается этим.

Настоящий стандарт взаимосвязан с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования».

Соответствие межгосударственному стандарту обеспечивает выполнение основополагающих технических требований, установленных в Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования».

Поправка к ГОСТ IEC 62026-7—2023 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Интерфейсы между контроллерами и устройствами. Часть 7. CompoNet

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан

(ИУС № 10 2025 г.)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Аппаратура распределения и управления низковольтная

ИНТЕРФЕЙСЫ МЕЖДУ КОНТРОЛЛЕРАМИ И УСТРОЙСТВАМИ

Часть 7

CompoNet

Low-voltage switchgear and controlgear. Controller-device interfaces. Part 7. CompoNet

Дата введения — 2025—07—01
с правом досрочного применения

1 Область применения

Настоящий стандарт как часть серии стандартов IEC 62026 определяет систему интерфейса, обеспечивающую связь на уровне битов и слов между контроллером и устройствами схемы управления, такими как датчики, исполнительные механизмы и переключающие элементы. В интерфейсной системе используются кабели с круглым или плоским профилем, содержащие двухпроводную сигнальную пару и в необходимых случаях двухпроводную пару источника питания. Данная часть IEC 62026 устанавливает требования к взаимозаменяемости компонентов с такими интерфейсами.

В настоящем стандарте определены следующие конкретные требования для CompoNet:

- требования к интерфейсам между контроллером и устройствами схемы управления;
- нормальные условия эксплуатации устройств;
- конструктивные и эксплуатационные требования;
- испытания для проверки соответствия требованиям.

Примечание — CompoNet™ является торговой маркой компании Open DeviceNet Vendor Association, Inc. Эта информация предоставлена для сведения и не означает одобрения со стороны IEC товарного знака или каких-либо изделий его владельца. Соответствие настоящему стандарту не требует применения торговой марки CompoNet™. Для использования данной торговой марки необходимо получить разрешение компании Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

Приведенные в настоящем стандарте специальные требования применяют в дополнение к общим требованиям, установленным в IEC 62026-1.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

IEC 60512-1, Connectors for electronic equipment — Tests and measurements — Part 1: General (Соединители для электрического и электронного оборудования. Испытания и измерения. Часть 1. Общие технические условия)

IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP code) (Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (код IP))

Издание официальное

IEC 61000-4-2, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-2. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к электростатическому разряду)

IEC 61000-4-3, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-3: Testing and measurement techniques — Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-3. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к излучаемым радиочастотным электромагнитным полям)

IEC 61000-4-4, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-4: Testing and measurement techniques — Electrical fast transient/burst immunity test (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к быстрым переходным процессам/импульсным помехам)

IEC 61000-4-5, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-5: Testing and measurement techniques — Surge immunity test (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к импульсам перенапряжения)

IEC 61000-4-6, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-6: Testing and measurement techniques — Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-6. Методы испытаний и измерений. Устойчивость к кондуктивным помехам, вызванным радиочастотными полями)

IEC 61076-2-101, Connectors for electronic equipment — Product requirements — Part 2-101: Circular connectors — Detail specification for M12 connectors with screw-locking (Соединители для электронного оборудования. Часть 2-101. Цилиндрические соединители. Требования к изделию. Частные технические условия на соединители М12 с контровкой)

IEC 61131-2, Industrial-process measurement and control — Programmable controllers — Part 2: Equipment requirements and tests (Измерение и управление производственными процессами. Программируемые контроллеры. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания)

IEC 61158-5-2:2007[1)], Industrial communication networks — Fieldbus specifications — Part 5-2: Application layer service definition — Type 2 elements (Сети связи промышленные. Спецификации промышленных сетей. Часть 5-2. Определение служб прикладного уровня. Элементы типа 2)

IEC 61158-6-2:2007[2)], Industrial communication networks — Fieldbus specifications — Part 6-2: Application layer protocol specification — Type 2 elements (Сети связи промышленные. Спецификации промышленных сетей. Часть 6-2. Спецификация протокола прикладного уровня. Элементы типа 2)

IEC 61918:2010[3)], Industrial communication networks — Installation of communication networks in industrial premises (Сети связи промышленные. Установка сетей связи в производственных помещениях)

IEC 62026-1, Low-voltage switchgear and controlgear — Controller-device interfaces (CDIs) — Part 1: General rules (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Интерфейсы между контроллерами и приборами (CDI). Часть 1. Общие правила)

CISPR 11:2009[4)], Industrial, scientific and medical equipment — Radio-frequency disturbance characteristics — Limits and methods of measurement (Оборудование промышленное, научное и медицинское. Характеристики радиочастотных помех. Нормы и методы измерений)

ISO/IEC 7498-1, Information technology — Open Systems Interconnection — Basic Reference Model: The Basic Model (Информационные технологии. Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель. Часть 1. Базовая модель)

[1)] Заменен на IEC 61158-5-2:2023. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[2)] Заменен на IEC 61158-6-2:2023. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[3)] Заменен на IEC 61918:2018. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[4)] Заменен на CISPR 11:2015. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по IEC 62026-1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **сигнальный фрейм** (BEACON): Фрейм, генерируемый мастером (ведущим устройством) для уведомления ведомых устройств и повторителей о текущей скорости передачи и сетевом соединении.

3.1.2 **Bit-ведомый** (Bit slave): Устройство ввода-вывода, работающее с данными длиной не более 4 бит.

3.1.3 **ответвление** (branch): Отрезок кабеля, с помощью которого осуществляется Т-образное соединение с магистралью или вспомогательной магистралью.

3.1.4 **индикатор состояния CDI** (CDI status indicator): Визуальный индикатор состояния канала связи на устройстве CompoNet.

3.1.5 **скорость передачи данных** (circuit speed baud rate): Скорость передачи в сигнальных символах или метках в секунду в среде передачи.

Примечание — Каждый бит CompoNet закодирован в манчестерском формате с использованием двух меток, поэтому скорость канала 6 Мбит/с дает скорость передачи или скорость передачи данных 3 Мбит/с.

3.1.6 **явное сообщение;** *сообщение в явной форме* (explicit message): Команда, требующая выполнения конкретной задачи и возврата результатов выполнения задачи запрашивающему субъекту.

[IEC 62026-3, терминологическая статья 3.1.22, с изменениями]

3.1.7 **IN-ведомый;** *ведомое устройство входных данных* (IN slave): Адресное устройство ввода-вывода с функцией ввода, способное создавать данные для ввода в ведущее устройство без получения данных.

3.1.8 **метка;** *интервал* (mark): Символ стандартного временного интервала для сигнала, используемого в технологии манчестерского кодирования в целях передачи двоичного кода по шине.

Примечание — Каждый бит данных кодируется с использованием двух стандартных интервалов или меток. При этом единица кодируется как «01», а ноль — как «10».

3.1.9 **мастер;** *ведущее устройство* (master): Устройство, управляющее связью.

Примечание — В сети CompoNet имеется только один мастер.

3.1.10 **мастер-порт** (master port): Порт на мастере или повторителе со встроенными терминаторами.

Примечание — В магистрали или субмагистрали имеется только один мастер-порт.

3.1.11 **MIX-ведомый** (MIX slave): Адресное устройство ввода-вывода с функцией ввода и вывода, способное принимать выходные данные от ведущего устройства и генерировать данные для ввода мастеру.

Примечание — Объемы генерируемых и принимаемых данных могут различаться.

3.1.12 **светодиодный индикатор состояния модуля;** *MS LED-индикатор* (MS LED indicator, module status indicator): Визуальный индикатор, сигнализирующий о наличии электропитания и рабочем состоянии устройства CompoNet.

3.1.13 **узел** (node): Устройство с уникальным MAC ID.

3.1.14 **внешнее ведомое устройство** (OUT slave): Адресное устройство ввода-вывода с функцией вывода, способное потреблять выходные данные от мастера без создания данных для ввода ведущему устройству.

3.1.15 **повторитель** (repeater): Адресное устройство, используемое для расширения сети и дублирования сигнала связи.

Примечание — Повторители могут обмениваться данными с мастером (ведущим устройством) и выполнять такие функции, как фильтрация сообщений, для повышения эффективности сетевого взаимодействия. Такие повторители не являются пассивными устройствами.

3.1.16 **сегмент** (segment): Совокупность узлов и соединяющих физических носителей на магистрали или вспомогательной магистрали, ограниченной главным портом и терминатором.

3.1.17 **ведомое устройство;** *ведомый* (slave): Адресное устройство с реальными данными ввода/вывода.

Примечание — Максимальное количество ведомых устройств в сети CompoNet равно 384.

3.1.18 **ведомый порт** (slave port): Порты на ведомом устройстве или повторителе без встроенных терминаторов.

3.1.19 **STRNP** (STRNP): Команда STR, нацеленная на неучаствующий узел.

3.1.20 **STRP** (STRP): Команда STR, нацеленная на участвующий узел.

3.1.21 **STWNP** (STWNP): Команда STW, нацеленная на неучаствующий узел.

3.1.22 **STWNP_Reset** (STWNP_Reset): Команда STWNP с параметром «ResetRequest = 1».

3.1.23 **STWNP_Run** (STWNP_Run): Команда STWNP с параметром «Running = 1».

3.1.24 **STWP** (STWP): Команда STW, нацеленная на участвующий узел.

3.1.25 **STWP_Reset** (STWP_Reset): Команда STWP с параметром «ResetRequest = 1».

3.1.26 **STWP_Standby_Lock** (STWP_Standby_Lock): Команда STWP с параметром «Running = 0, UnRegistrant = 1».

3.1.27 **STWP_Standby_Offline** (STWP_Standby_Offline): Команда STWP с параметром «Running = 0, UnRegistrant = 0»).

3.1.28 **повторное ветвление** (sub-branch): Ответвление от другого ответвления.

3.1.29 **субмагистраль** (sub-trunk): Кратчайшая линия связи от мастер-порта повторителя до терминатора без прохождения через другой мастер-порт.

Примечание 1 — Понятие «субмагистраль» относится к кабелю, подключенному к мастер-порту повторителя. Это магистральная линия, расположенная за повторителем.

Примечание 2 — Магистраль или субмагистраль могут быть расширены за счет последовательного соединения разъемов на устройстве.

3.1.30 **Т-ветвление** (T-branch): Часть кабеля, подключенная к магистрали или субмагистрали с помощью Т-образного соединителя.

Примечание — Т-ветвление может быть расширено за счет последовательного соединения разъемов на устройстве.

3.1.31 **согласующий конденсатор** (terminating capacitor): Конденсатор в терминаторе.

3.1.32 **согласующий резистор** (terminating resistor): Резистор в терминаторе.

3.1.33 **терминатор** (terminator): Объект, используемый для согласования линии передачи с характеристическим импедансом для предотвращения отражений.

Примечание 1 — В некоторых случаях терминатор может быть встроен в конечное устройство или в разъем.

[IEC 61918, терминологическая статья 3.1.65]

Примечание 2 — Для целей настоящего стандарта считается, что терминатор состоит из согласующего резистора и согласующего конденсатора.

3.1.34 **скорость передачи данных** (transmission speed data rate): Скорость передачи данных в бит/с в среде передачи.

Примечание — Каждый бит данных CompoNet закодирован в манчестерском формате с использованием двух меток, поэтому скорость передачи в бит/с составляет половину скорости канала в метках/с.

3.1.35 **магистраль** (trunk): Кратчайшая линия связи от мастера до терминатора в том же сегменте.

Примечание — Магистраль или субмагистраль можно расширить путем последовательного соединения разъемов на устройстве.

3.1.36 **Word-ведомый** (Word slave): Устройство ввода-вывода, работающее с данными в 16-битном слове (словах).

3.2 Сокращения

A_EVENT (Application EVENT communication) — приложение «СОБЫТИЕ связи»;

B_EVENT (Base memory EVENT communication) — базовая память «СОБЫТИЕ связи»;

BEACON — сигнальный фрейм, генерируемый мастером;

CDI (controller device interface) — интерфейс устройства контроллера;

CRC (cyclic redundancy check) — циклическая проверка избыточности;

CN (ConNection status) — статус подключения;

EPR (expected package rate) — ожидаемая оценка пакета;

IN (input data) — входные данные;

LED (light emitting diode) — светодиод;

LSB (least significant bit) — младший значащий бит;

MAC (media access controller) — контроллер (управление) доступа к среде передачи;

MAC ID — MAC-адрес (MAC-идентификатор), присваиваемый единице активного оборудования;

OUT (OUTput data) — выходные данные;

PHY (physical layer) — физический слой;

PWB (printed wiring board) — печатная плата;

RMS (root mean square) — среднеквадратичное значение;

SID (security identifier) — идентификатор безопасности;

SEM (state event matrix) — матрица событий состояния;

STR (status read of B_Event frame) — чтение состояния фрейма B_Event;

STW (status write of B_Event frame) — запись состояния фрейма B_Event;

TDMA (time-division multiple access) — множественный доступ с временным разделением;

TRG (TRiGger) — триггер или переключатель;

UCMM (unconnected message manager) — несвязанный менеджер сообщений.

4 Классификация

4.1 Общие положения

CompoNet — это низкоуровневая сеть, обеспечивающая высокоскоростную связь между устройствами более высокого уровня, такими как контроллеры, и простыми промышленными устройствами, например датчиками и исполнительными механизмами.

CompoNet соединяет контроллеры с датчиками и исполнительными механизмами. Контроллер действует как мастер (ведущее устройство), а датчики и исполнительные механизмы как ведомые устройства. Предусмотрено два типа ведомых. Один является ведомым устройством Bit с данными до четырех разрядов, а другой — ведомым устройством Word с данными до 16 разрядов. Повторители увеличивают длину линий связи.

CompoNet обычно состоит из нескольких сегментов, разделенных повторителями. Каждый сегмент подключен к сети, но классифицируется с точки зрения физического уровня. Как показано на рисунке 1, сегмент, содержащий мастер, называется уровнем первого сегмента. Слои второго и третьего сегментов можно добавить с помощью повторителей, но можно не более двух таких добавочных сегментов. Таким образом, разделение между ведущими и ведомыми никогда не превышает двух повторителей или трех сегментов. Всего в одной сети можно использовать 64 повторителя. Все сегменты должны работать с одинаковой скоростью передачи.

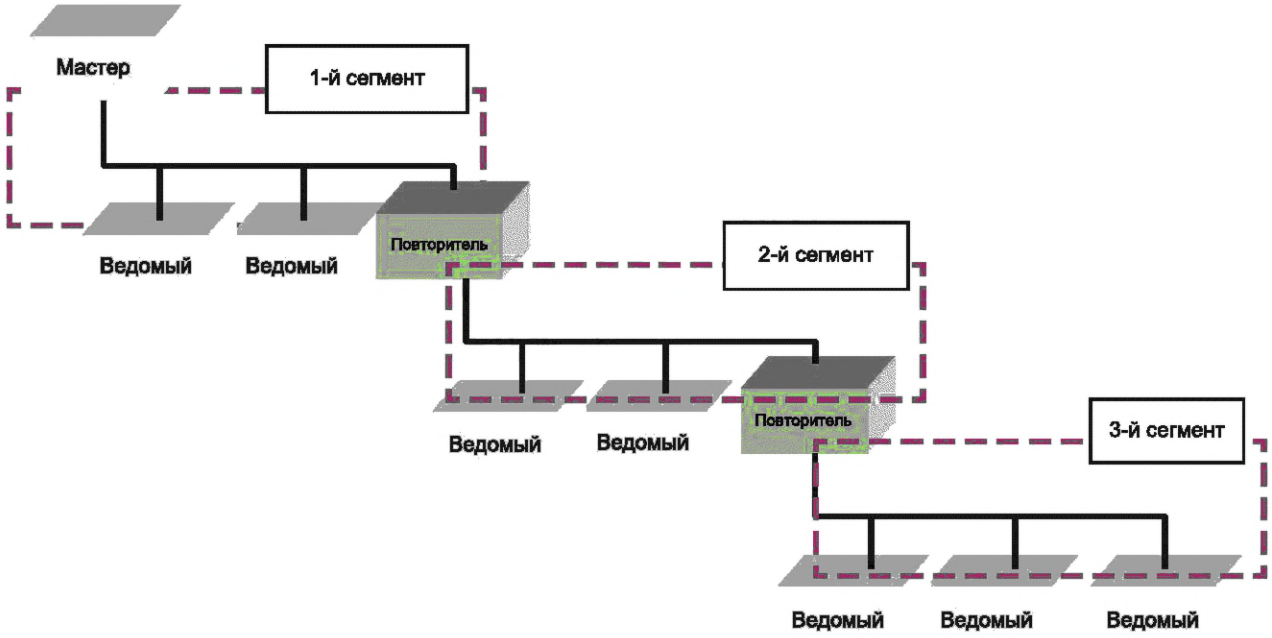


Рисунок 1 — Уровни сегментов

Мастер или повторители должны быть подключены в конце сегментов.

Всего можно подключить 384 ведомых устройства, т. е. 256 Bit-ведомых и 128 Word-ведомых. Однако в рамках ограничений, установленных физическим уровнем, в сегменте может быть в сумме до 32 ведомых узлов или узлов-повторителей.

Поддерживаются четыре типа сетевых кабелей:

- круглый кабель I, двухжильный неэкранированный круглый кабель;
- круглый кабель II, четырехжильный неэкранированный круглый кабель;
- плоский кабель I, четырехжильный плоский кабель;
- плоский кабель II, четырехжильный плоский кабель с дополнительной оболочкой.

В то время как 2-жильные кабели передают только сигналы связи, 4-жильные кабели передают как сигналы связи, так и питание.

Скорость передачи выбирается из числа следующих: 4, 3, 1,5 Мбит/с и 93,75 кбит/с. Скорость определяет максимальную длину магистральной линии. Это 30 м при 4 и 3 Мбит/с, 100 м при 1,5 Мбит/с и 500 м при 93,75 кбит/с. Ветвление поддерживается на всех скоростях, кроме 4 Мбит/с.

CompoNet использует технологию манчестерского кодирования с целью достижения более высокой надежности. В схеме физического уровня изоляции используют импульсные трансформаторы и приемопередатчики дифференциальной связи. Физический уровень имеет мастер-порты и подчиненные (ведомые) порты. Мастер-порт имеет встроенный терминатор и используется мастером и повторителем. Ведомые порты не имеют терминаторов и используются ведомыми устройствами и повторителями.

CompoNet поддерживает обмен данными ввода-вывода, а также обмен явными сообщениями. Мастер контролирует всю связь в соответствии с настройками конфигурации. Ведущее устройство делит коммуникационный цикл на несколько временных областей и выделяет одни для обмена данными ввода-вывода, а другие — для конкретного обмена сообщениями. Таким образом реализуется эффективная коммуникация. Для связи ввода-вывода в каждом интервале цикла выделяется временной интервал, что обеспечивает пунктуальность и временную синхронизацию. Для явного обмена сообщениями распределение во временной области зависит от нагрузки на сеть. Поэтому пунктуальность не гарантируется.

4.2 Технические характеристики сети

Технические характеристики сети приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Технические характеристики сети

Характеристики		Требования
Топология		Многоточечные и методы с использованием Т-образных ветвлений и пассивных кабельных компонентов
Скорость передачи		4, 3, 1,5 Мбит/с, 93,75 кбит/с
Дистанция передачи		Описывается отдельно
Коммуникационный цикл		Описывается отдельно
Коммуникационная среда		CompoNet с круглым кабелем CompoNet с плоским кабелем
Подключаемый мастер		Мастер CompoNet. В сети CompoNet допускается только один мастер
Подключаемый повторитель		CompoNet-повторитель
Подключаемый ведомый		Word-ведомые CompoNet Bit-ведомые CompoNet
Максимальное число повторителей в сети		64
Максимальное количество узлов в сегменте		Максимум 32 узла, подключенные к мастер-порту сегмента
Максимальное число узлов ввода-вывода в сетях с повторителями		Максимум 64 IN и 64 OUT Word-ведомых; всего 128. Максимум 128 IN и 128 OUT Word-ведомых; всего 256. Дополнительные правила применяются к сетям, использующим MIX-ведомые
Максимальное количество I/O-узлов в сетях без повторителей		32
Доступный адрес узла		
Word	IN	От 0 до 63
Word	OUT	От 0 до 63
Bit	IN	От 0 до 127
Bit	OUT	От 0 до 127
Повторитель		От 0 до 63
Количество занятых точек на адрес I/O-узла		16 знаков на адрес Word-ведомого 2 знака на адрес Bit-ведомого
Доступность повторителей		Максимум 64 повторителя в сети
Максимальное число слоев		3
Функция автоматизации скорости передачи данных		Поддерживается MAC

4.3 Компоненты

Сеть CompoNet состоит из следующих компонентов, используемых для формирования сети, как показано на рисунке 2:

- мастер CompoNet: устройство, управляющее связью. В сети CompoNet есть только один мастер;
- ведомое устройство CompoNet: устройство, которое производит и фактические данные ввода-вывода. Существуют два типа ведомых устройств: Word-ведомые и Bit-ведомые. Word-ведомые опери-

руют с 8-битными словами данных. Bit-ведомые работают с 2- или 4-битными блоками данных для повышения эффективности связи простых устройств;

- повторитель CompoNet: устройство, обеспечивающее расширение сети и модификацию сигнала связи. Каждый повторитель имеет адрес узла. Он может связываться с мастером и выполнять некоторые логические функции для повышения эффективности сетевого взаимодействия. Эти устройства не являются пассивными;

- источник питания CompoNet: устройство, обеспечивающее питающее напряжения в 24 В постоянного тока. В 4-проводных сегментах питание должно подаваться на мастер-порт. В 2-проводных сегментах для каждого ведомого устройства должен использоваться отдельный источник питания;

- терминатор (ограничитель) CompoNet: пассивное устройство для повышения производительности связи. Терминатор должен быть установлен на самом дальнем конце магистральной линии от мастер-порта или повторителя. Все терминаторы включают сопротивление, подключенное между сигнальными линиями, а терминатор для четырех кабелей также включает конденсатор, подключенный между линиями питания.

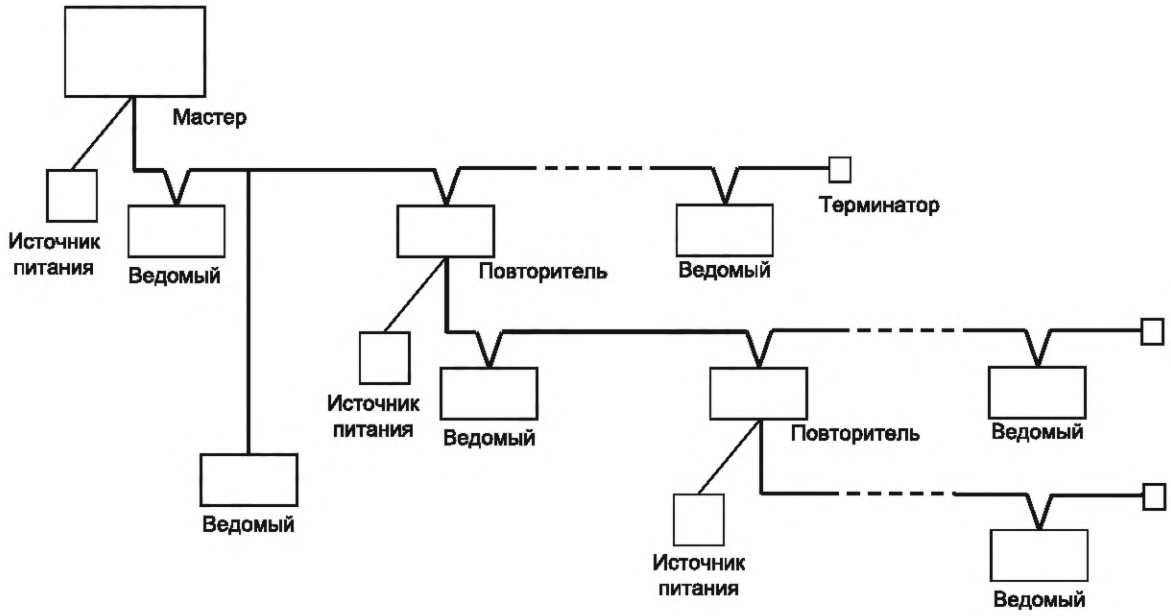


Рисунок 2 — Компоненты CompoNet

4.4 Коммуникационная модель CompoNet

Общая (абстрактная) объектно-ориентированная коммуникационная модель узла включает в себя следующее:

- диспетчер несвязанных сообщений (UCMM): обрабатывает несвязанные явные (точно сформулированные) сообщения;

- объект идентификации: идентифицирует и предоставляет общую информацию об устройстве;

- класс соединения: распределяет и управляет внутренними ресурсами, связанными как с соединениями ввода-вывода, так и с соединениями обмена явными сообщениями;

- объект подключения: управляет специфическими аспектами связи, связанными с конкретными отношениями между приложениями;

- объект связи CompoNet: обеспечивает конфигурацию и состояние физического CDI CompoNet;

- маршрутизатор сообщений: перенаправляет сообщения с явными запросами соответствующему объекту;

- объекты приложений: реализуют предназначение изделия.

4.5 CompoNet и CIP

Верхние уровни CompoNet используют подсистему стандартного промышленного протокола (CIP™) и службы, определенные в IEC 61158-5-2 и IEC 61158-6-2.

Взаимосвязь между CompoNet, CIP и эталонной моделью OSI (ISO/IEC 7498-1) показана в таблице 2.

Таблица 2 — Эталонная модель OSI и CompoNet

ISO OSI	CompoNet
7	CIP
6	Информационный нуль
5	Информационный нуль
4	Информационный нуль
3	Информационный нуль
2	Временная область CompoNet
1	Физический уровень CompoNet
0	Кабель и соединитель

5 Технические характеристики

5.1 Коммуникационный цикл (цикл связи)

5.1.1 Общие положения

В сети CompoNet мастер управляет обменом по шине данных в соответствии со своей конфигурацией. Мастер делит коммуникационный цикл на несколько временных областей или временных интервалов. Диапазоны значений для CompoNet — в соответствии с приложением F.

5.1.2 Временные области

CompoNet проводит арбитраж при строгом контроле времени под управлением мастера. Коммуникационный цикл разделен на временные области, как показано на рисунке 3. Каждый узел получает право отправлять данные в сеть в течение определенного периода времени после завершения временной области OUT.

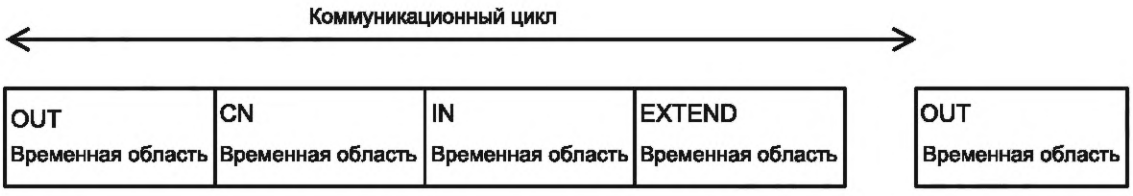


Рисунок 3 — Временные области

Первая область каждого коммуникационного цикла — это временная область OUT. Последующими доменами являются временной домен CN, временной домен IN и временной домен EXTEND.

- Временной интервал OUT: в этот период мастер отправляет кадр OUT или кадр TRG.
- Временной домен CN: кадры CN отправляются в этот период. Количество кадров CN устанавливается мастером.
- IN Time Domain: кадры IN отправляются в этот период последовательно всеми входными устройствами.
- EXTEND Time Domain: мастер выполняет обмен сообщениями в этот период. Кадры событий, т. е. кадры A_EVENT и кадры B_EVENT, могут отправляться в этот период. Кадры BEACON должны отправляться периодически. Мастер может отправить BEACON перед началом каждого временного интервала OUT или в незанятом интервале времени EXTEND.

5.1.3 Типовой коммуникационный цикл

Мастер сначала отправляет OUT-фрейм (пакет выходных данных). Завершение пакета OUT запускает ведомые устройства и повторители для запуска своих таймеров. Ведомые или повторители, адресованные полем «CN Request MAC ID Mask» в OUT-фрейме, последовательно передают свои CN-фреймы (сообщения о статусе подключения). Затем следуют IN-фреймы (пакеты входных данных) от любых IN-устройств в состоянии Participated state (участие), за исключением подсостояния EventOnly (только по событию), в заранее определенной временной последовательности (см. рисунок 4). Затем по шине могут быть переданы фрейм команды события и возможный фрейм немедленного подтверждения в зависимости от графика мастера. Мастер, ведомые устройства и повторители могут отправлять фрейм команды события, а узел, указанный в поле MAC ID пункта назначения фрейма команды события, отправляет фрейм (сообщение, пакет данных), подтверждающий событие, если это требуется.

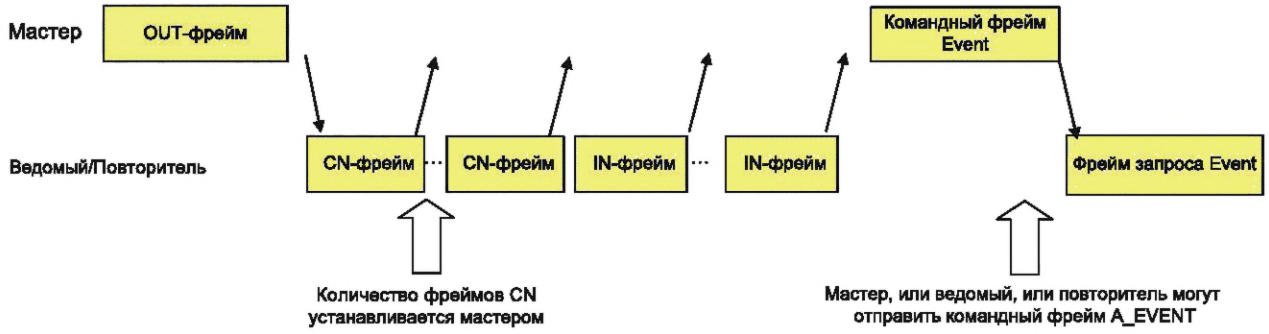


Рисунок 4 — Типовой коммуникационный цикл

5.2 Протокол обмена сообщениями

5.2.1 Формат фрейма сообщения

5.2.1.1 Общие положения

Типичный пакет сообщения состоит из преамбулы, кода команды, блоков, зависящих от кода команды, и CRC, как показано на рисунке 5.

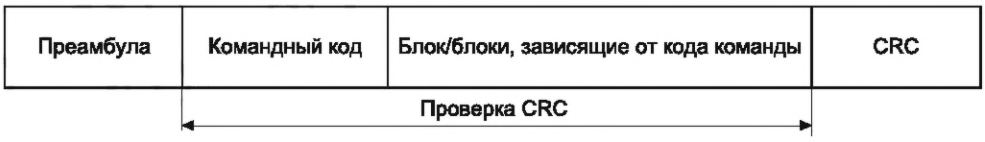


Рисунок 5 — Общий фрейм

Существует семь типов фреймов:

OUT — обозначает выходные данные;

TRG — обозначает TRiGger;

CN — обозначает состояние соединения;

IN — обозначает входные данные;

A_EVENT — обозначает связь приложения EVENT;

B_EVENT — обозначает связь СОБЫТИЯ базовой памяти;

BEACON — сигнальный фрейм, созданный мастером.

Определения кодов команд представлены в таблице 3.

Таблица 3 — Коды команд

КОДЫ КОМАНД							ЗНАЧЕНИЕ
B0	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	
0	0	0	1	x	x	x	OUT
0	0	1	1	x	x	x	TRG
0	1	x	x				CN
1	0						IN
1	1	1	x	x	x		A_EVENT
1	1	0	x	x	x		B_EVENT
0	0	0	0	1			BEACON

Все фреймы используют одну и ту же преамбулу.
Используются два типа полиномов генератора CRC: CRC8 (8-битный) и CRC16 (16-битный).

5.2.1.2 Преамбула

Преамбула фрейма состоит из 10 знаков: 0011 1001 10, как указано на рисунке 6.



Рисунок 6 — Преамбула фрейма

5.2.1.3 Полиномы генератора CRC

Используются два типа полиномов генератора CRC, как указано на рисунках 7 и 8.
CRC8 использует генераторный полином X8 + X7 + X4 + X3 + X + 1.



Рисунок 7 — Направление передачи

CRC16 использует CRC-CCITT, образующий полином X16 + X12 + X5 + 1.

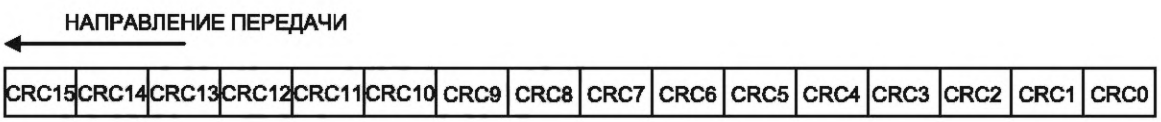


Рисунок 8 — Направление передачи

5.2.1.4 Направления передачи кода команды и блока, зависящего от команды

Направления передачи — начиная с LSB, как описано ниже:

- направление передачи для кода команды — начиная с LSB, т. е. с B0;
- направление передачи для MAC ID — начиная с LSB;
- направление передачи для длины — начиная с LSB;
- направление передачи выходных данных — начиная с LSB. Иначе говоря, с Word0_Bit0 до Word0_Bit15, а затем то же самое для следующих слов;
- направление передачи данных A_EVENT — начиная с LSB. Иначе говоря, с Word0_Bit0 до Word0_Bit15, а затем то же самое для следующих слов;
- направление передачи данных B_EVENT — начиная с LSB. Иначе говоря, с Word0_Bit0 до Word0_Bit15, а затем то же самое для следующих слов.

5.2.1.5 Ограничения команд для MAC ведомого

В таблице 4 представлена сводка сетевых событий и состояний, в которых обрабатываются события.

Таблица 4 — Ограничения команд для MAC ведомого

Функция MAC	Событие	Статус				
		Активация	Недоступно или заблокировано	В сети	Отказ	Только по событию
Получение	OUT/TRG	Нет	Да	Да	Да	Да
	CN	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
	A_EVENT	Нет	Нет	Да	Нет	Да
	B_EVENT	Нет	Да	Да	Нет	Да
	Poll (B_EVENT)	Нет	Нет	Да	Нет	Да
	IN	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
	BEACON	Да	Да	Да	Да	Да
	CRC_OK_frame	Да	Да	Да	Нет	Да
Передача	CN_frame	Нет	Да	Да	Да	Да
	IN_frame	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
	A_EVENT	Нет	Нет	Да	Нет	Да

Событие CRC_OK_frame указывает на то, что был получен фрейм с правильной CRC. Событие задано для использования во время определения скорости передачи данных.

5.2.2 Типы фреймов сообщений

5.2.2.1 Фрейм OUT

5.2.2.1.1 Общие положения

Фрейм OUT (пакет выходных данных) — это многоадресное сообщение, генерируемое только мастером и отправляемое всем ведомым устройствам и повторителям в сети. Фреймы OUT используются для следующих целей:

- OUT доставляются от мастера ко всем OUT-ведомым в одном широковещательном сообщении;
- адреса узлов, запрашиваемых для отправки кадров CN в последующей временной области CN, обозначаются этим кадром;
- после обнаружения завершения OUT-фрейма IN-ведомые фиксируют свои входные данные;
- ведомые и повторители запускают свои внутренние таймеры, когда обнаруживается завершение OUT-фрейма. Эти внутренние таймеры используются для корректного участия в последующих временных областях цикла связи;
- при обнаружении OUT-фрейма каждый OUT-ведомый использует свои выходные данные из предустановленной позиции в пределах фрейма.

На рисунке 9 и в таблице 5 представлены формат и блочное описание фрейма OUT.

Преамбула	Командный код	Маска MAC-идентификатора запроса CN	Длина	OUT-данные	CRC16
5 бит	7 бит	9 бит	7 бит	От 0 бит до 1 280 бит	16 бит

Рисунок 9 — Формат OUT-фрейма

Таблица 5 — Описание наименований блоков

Наименование блока	Размер в битах	Описание
Командный код	7	Идентифицирует данный фрейм как OUT-фрейм
Маска MAC-идентификатора запроса CN	9	Используется ведомыми устройствами или повторителями для определения MAC-идентификатора узлов, запрошенных для ответа CN-фреймом во временной области CN
Длина	7	Длина данных OUT (в словах); указывается от 0 до 80 слов
Исходящие данные (№ блока OUT от 0 до 79)	От 0 до 1 280	Обозначает передачу данных OUT от мастера к ведомым. Указывается от 0 до 1 280 точек (в 16 точках)

5.2.2.1.2 Командные коды

На рисунке 10 представлены определения командных кодов.

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
0	0	0	1	I/O-обновление	Цель CN	

Рисунок 10 — Командные коды OUT

Цель CN: мастер использует эти параметры, как показано в таблице 6, чтобы выбрать узлы, которые должны ответить на CN-фрейм.

Таблица 6 — Цель CN

Цель CN		
B5	B6	Описание
1	0	Узлы в состоянии участия
0	1	Узлы в неучаствующем состоянии
1	0	Узлы в состоянии сбоя связи
0	1	Запрет отправки CN_frame

Обновление ввода-вывода: если бит обновления ввода-вывода (см. таблицу 7) сброшен (0), то IN-фреймы не отправляются мастеру от ведомых устройств. Выходные данные в OUT-фрейме не должны использоваться ведомыми устройствами.

Таблица 7 — Обновление I/O

Обновление ввода-вывода	
B4	Описание
0	Отключить обновление ввода-вывода
1	Включить обновление ввода-вывода

5.2.2.1.3 Маска MAC ID запроса CN

Узлы с одинаковыми старшими битами маски MAC ID запроса CN отправляют фреймы CN в порядке возрастания своих младших битов.

Например, если значение CnFrameAddressMask в STW равно 4 (16 фреймов CN на временной домен CN) и это значение равно 48, то узлы, чьи MAC-идентификаторы находятся в диапазоне от 48 до 63, отвечают CN-фреймам.

5.2.2.1.4 Длина

Длина выходных данных находится в диапазоне от 0 до 80 слов.

5.2.2.1.5 Выходные данные

Выходные данные отправляются потребляющим ведомым устройствам. Они всегда отправляются кратным количеством слов.

Для Word-ведомых «OutBlockPointer[6:0]», установленных STW мастера, определяется, где выходные данные расположены в кадре. Например, значение 3 «OutBlockPointer[6:0]» означает, что выходные данные ведомого находятся в позиции 3 слова «Output Data» в OUT-фреймах. Количество слов выходных данных, потребляемых ведомым устройством, сообщается в параметре «OutIoModeStatus» STR.

Для Bit-ведомых комбинация «OutBlockPointer[6:0]», установленная STW мастера, и их адреса определяют расположение данных устройства в выходных данных. Одно слово выходных данных соответствует группе из восьми адресов Bit-ведомых узлов (по 2 бита на каждый адрес). Младшие 3 бита адреса узла соответствуют положению выходных данных в слове. Например, если адрес из трех LSB равен «001», то бит 2 в слове, на которое указывает «OutBlockPointer[6:0]», является начальным адресом данных устройства.

На практике могут применять выходные данные, полученные из OUT-фреймов, только после того, как ведомое устройство было выделено ведущим.

5.2.2.2 Фрейм TRG

5.2.2.2.1 Общие положения

Фрейм TRG работает аналогично кадру OUT, за исключением того, что он не передает никаких выходных данных. Его может генерировать только мастер. Фрейм TRG имеет следующую цель и значение:

- указывает адреса узлов, которые должны отправлять фреймы CN;
- после обнаружения завершения фрейма TRG ведомые устройства IN фиксируют свои входные данные;
- после обнаружения завершения фрейма TRG указанные ведомые устройства и повторители запускают свои внутренние таймеры. Ожидаемые фреймы CN и IN отправляются последовательно.

На рисунке 11 и в таблице 8 представлены формат и описание блоков фрейма TRG.

Преамбула	Командный код	Маска MAC-идентификатора запроса CN	CRC8
5 бит	7 бит	9 бит	8 бит

Рисунок 11 — Формат фрейма TRG

Таблица 8 — Описание наименований блоков

Наименование блока	Размер в битах	Описание
Командный код	7	Идентифицирует данный фрейм как TRG-фрейм
Маска MAC-идентификатора запроса CN	9	Используется ведомыми устройствами или повторителями для определения MAC-идентификатора узлов, запрошенных для ответа CN-фреймом во временной области CN

5.2.2.2.2 Командные коды

На рисунке 12 представлены определения командных кодов.

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
0	0	0	1	I/O-обновление	Цель CN	

Рисунок 12 — Командные коды TRG

Цель TRG: см. 5.2.2.1.2.

Обновление I/O: см. 5.2.2.1.2.

5.2.2.2.3 Маска MAC-идентификатора запроса CN

См. 5.2.2.1.3.

5.2.2.3 CN-фрейм

5.2.2.3.1 Общие положения

Фрейм CN используется ведомыми устройствами и повторителями для уведомления мастера об их статусе. «Маска MAC-идентификатора запроса CN» во фреймах OUT или TRG обозначает группу узлов, которые должны сообщать о своем статусе. Количество отправляемых фреймов CN задается мастером во время настройки.

Кроме того, ведомые устройства могут использовать фрейм CN для уведомления мастера о запросе на отправку события. Фреймы CN могут передаваться только ведомыми устройствами и повторителями.

На рисунке 13 и в таблице 9 представлены формат и описание блоков фрейма CN.

Преамбула	Командный код	Исходный MAC-идентификатор	Статус	CRC8
5 бит	4 бита	9 бит	4 бита	8 бит

Рисунок 13 — Формат CN-фрейма

Таблица 9 — Описание наименований блоков

Наименование блока	Размер, бит	Описание
Командный код	4	Идентифицирует данный фрейм как CN-фрейм
Исходный MAC-идентификатор	9	Указывает исходный MAC-идентификатор CN-фрейма
Статус	4	Указывает статус применения

5.2.2.3.2 Командный код

На рисунке 14 представлены определения командных кодов.

B0	B1	B2	B3
0	1	Статус функции дублирующей проверки	Отправка запроса A_EVENT

Рисунок 14 — Командные коды CN

Статус функции проверки дубликатов:

С помощью этого бита ведомое устройство или повторитель сообщает о своей функции проверки дублирующего MAC-идентификатора.

Если бит сброшен для неучаствующего узла, то активна проверка дублирующего MAC-идентификатора. В этом состоянии счетчик CN в узле увеличивается после каждого CN-фрейма, отправленного узлом без получения STW. Если счетчик достигает 16 без перехода в состояние «Участие», то узел переходит в состояние «Ошибка связи».

Этот бит игнорируется при отправке с узлов, находящихся в состоянии участия.

Счетчик CN может быть остановлен операцией «STW_Standby Locked» (см. 5.4.3). Заблокированный узел сообщает об этом бите как «1» (см. таблицу 10).

Таблица 10 — Статус функции проверки дублирования

B3	Описание
1	Проверка дублирования MAC-идентификатора активна
0	Проверка дублирования MAC-идентификатора не активна

Запрос на отправку A_EVENT:

Ведомое устройство или повторитель используют этот бит, чтобы сообщить мастеру (ведущему), если им нужно отправить фрейм A_EVENT (см. таблицу 11).

Таблица 11 — Запрос на отправку A_EVENT

B3	Описание
1	Требуется отправить A_EVENT
0	Нет запроса на отправку A_EVENT

5.2.2.3.3 Исходный MAC-идентификатор

Это 9-битный MAC ID узла.

5.2.2.3.4 Статус

Ведомое устройство или повторитель использует эти биты для сообщения мастеру о состоянии предупреждений и аварийных сигналов приложений. Как показано в таблице 12, зарезервированные 2 бита должны быть сброшены на «0».

Таблица 12 — Статус фрейма CN

B0	B1	B2	B3
Предупреждение	Аварийный сигнал	Зарезервировано	

Предупреждение: этот бит устанавливается на «1», когда возникает какая-либо проблема (сбой, ошибка), например, появляется необходимость в техническом обслуживании. Такая ситуация может привести к отказу (см. таблицу 13).

Таблица 13 — Предупреждающий бит CN-фреймов

B0	Описание
1	Правда
0	Ложь

Аварийный сигнал: этот бит устанавливается на «1», когда обнаруживается какая-либо критическая ошибка, такая как неисправность энергонезависимой памяти (см. таблицу 14).

Таблица 14 — Аварийный бит CN-фреймов

B1	Описание
1	Правда
0	Ложь

5.2.2.4 IN-фрейм

5.2.2.4.1 Общие положения

Фрейм IN генерируется только ведомыми устройствами, которые отправляют входные данные мастеру (см. рисунок 15 и таблицу 15).

Преамбула	Командный код	Исходный MAC-идентификатор	Длина	IN-данные	CRC8
5 бит	2 бита	9 бит	5 бит	От 2 до 256 бит	8 бит

Рисунок 15 — Формат IN-фрейма

Таблица 15 — Описание наименований блоков

Наименование блока	Размер, бит	Описание
Командный код	2	Идентифицирует данный фрейм как IN-фрейм
Исходный MAC-идентификатор	9	Указывает исходный MAC-идентификатор IN-фрейма
Длина	5	Кодированная длина в 5 бит указывает на 2, 4, 8, 16, 32, 48, ..., 256 бит входных данных
Данные IN	От 2 до 256	IN-фрейм для Word-ведомого: от 8 до 256 точек данных IN. IN-фрейм для Bit-ведомого фиксируется как 2 или 4 бита

5.2.2.4.2 Командный код

На рисунке 16 представлены определения командных кодов.

B0	B1
1	0

Рисунок 16 — Командные коды для IN

5.2.2.4.3 Исходный MAC-идентификатор

Это MAC-идентификатор ведомого устройства, которое генерирует входные данные.

5.2.2.4.4 Длина

В таблице 16 представлено определение кодированной длины.

Таблица 16 — Кодированная длина

B0	B1	B2	B3	B4	Описание
0	0	0	0	0	2 бита
1	0	0	0	0	4 бита
0	1	0	0	0	8 бит
1	1	0	0	0	16 бит
0	0	1	0	0	32 бита
					…
0	1	0	0	1	256 бит
1	1	1	1	1	Зарезервировано
					…
1	1	1	1	1	Зарезервировано

5.2.2.4.5 Входные данные

Длина входных данных должна быть такой же, как указано в длине кадра.

5.2.2.5 Фрейм A_EVENT

5.2.2.5.1 Общие положения

Фрейм A_EVENT используется для выполнения явного обмена сообщениями для прикладного уровня. Фреймы A_EVENT могут передаваться всеми устройствами. Они используются для следующих целей:

- обмен сообщениями о событиях между мастером и ведомым или повторителем;
- обмен сообщениями о событиях между ведомыми устройствами и повторителями. Это реализуется мастером, выступающим в качестве посредника или представителя для запрашивающего клиента. Сообщение запроса перенаправляется мастером на сервер, а ответ сервера пересылается обратно инициирующему клиенту.

На рисунке 17 и в таблице 17 представлены формат и описание блоков фрейма A_EVENT.

Преамбула	Командный код	MAC-адрес назначения	Исходный MAC-идентификатор	Длина	Данные о событии	CRC16
5 бит	6 бит	9 бит	9 бит	5 бит	От 0 до 352 бит	8 бит

Рисунок 17 — Формат фрейма A_EVENT

Таблица 17 — Описание наименований блоков

Наименование блока	Размер, бит	Описание
Команда	6	Идентифицирует данный фрейм как A_EVENT-фрейм
MAC-адрес назначения	9	Указывает MAC-идентификатор получателя данных о событии
Исходный MAC-идентификатор	9	Указывает исходный MAC-идентификатор A_EVENT-фрейма
Длина	5	Указывает от 0 до 22 слов длины данных события (в слове). Использование от 23 до 31 является недопустимым
Event-данные (данные о событии)	От 0 до 352	Данные о событиях от 0 до 22 слов

Обмен событиями выполняется во временной области EXTEND.

5.2.2.5.2 Код команды

Рисунок 18, таблицы 19 и 20 представляют определение кода команды.

B0	B1	B2	B3	B4	B5
1	1	1	Подтверждение	Тип команды	

Рисунок 18 — Код команды A_EVENT

Подтверждение: если бит установлен, то приемник должен подтвердить ответ на запрос A_EVENT. Во фреймах подтверждения на запросы A_EVENT этот бит должен быть очищен. Во фреймах запроса бит A_EVENT должен быть установлен.

Таблица 18 — Бит подтверждения A_EVENT

B3	Описание
0	Подтверждение не требуется
1	Требуется подтверждение

Тип команды: эта часть кода используется для указания того, является ли команда запросом или подтверждением. Положительное подтверждение означает, что полная команда была получена и готова к обработке приемником. Это не означает, что приемник принял команду. Отрицательный фронт подтверждения означает, что получатель не может получить команду в данный момент. Отправитель может запланировать повторную попытку позже.

Таблица 19 — Тип команды A_EVENT

B4	B5	Описание
0	0	Эта команда является запросом
1	0	Положительное подтверждение
1	1	Отрицательное подтверждение, получатель занят
0	1	Зарезервировано

5.2.2.5.3 Назначение MAC ID и исходный MAC ID

Назначением MAC ID или исходным MAC ID должен быть MAC ID мастера для любого фрейма A_EVENT.

Для фрейма A_EVENT, отправленного ведомым устройством или повторителем, назначение MAC ID получателя является назначением MAC ID мастера.

Для фрейма A_EVENT, отправленного мастером, исходным MAC ID является MAC ID мастера.

5.2.2.5.4 Длина

Эта часть указывает длину данных события от 0 до 22 слов. Значения с 23 по 31 недопустимы.

Для подтверждения это должно быть 0.

5.2.2.5.5 Данные A_EVENT

Данные A_EVENT содержат максимум 22 слова на кадр. Данные используются для явных сообщений. Форматы определены в 5.2.3.2.

Когда адреса явного источника и получателя сообщения в данных A_EVENT не идентичны MAC-идентификатору источника и получателя, A_EVENT обрабатывается главным прокси-сервером.

Для подтверждения не должно быть никаких данных.

5.2.2.6 Фрейм B_EVENT

5.2.2.6.1 Общие положения

Фрейм B_EVENT является фреймом передачи событий только для уровня канала передачи данных. Каждый узел имеет свои собственные настройки и параметры канала передачи данных. B_EVENT используется мастером для получения или установки этих настроек и параметров, связанных с каналом передачи данных. Кроме того, ведущий использует фрейм B_EVENT, чтобы позволить ведомому устройству или повторителю отправить A_EVENT. На рисунке 19 и в таблице 20 представлены формат и описание блоков фрейма B_EVENT.

Преамбула	Командный код	MAC ID назначения	Исходный MAC ID	Длина	Event-данные	CRC16
5 бит	6 бит	9 бит	9 бит	5 бит	От 16 до 352 бит	16 бит

Рисунок 19 — Формат фрейма B_EVENT

Таблица 20 — Описание наименований блоков

Наименование блока	Размер, бит	Описание
Команда	6	Идентифицирует данный фрейм как B_EVENT-фрейм
MAC ID назначения	9	Указывает MAC ID получателя данных о событии
Исходный MAC ID	9	Указывает исходный MAC-идентификатор A_EVENT-фрейма
Длина	5	Указывает от 1 до 22 слов длины данных события
Event-данные (данные о событии)	От 16 до 352	Данные о событиях: от 1 до 22 слов

Фрейм B_EVENT используется также для обнаружения дублирующего MAC ID и других операций узла.

5.2.2.6.2 Код команды

Рисунок 20, таблицы 21 и 22 представляют определение кода команды.

B0	B1	B2	B3	B4	B5
1	1	0	Подтверждение	Тип команды	

Рисунок 20 — Код команды B_EVENT

Подтверждение: если бит установлен, то приемник должен подтвердить ответ на запрос B_EVENT. Во фреймах подтверждения на запросы B_EVENT или во фреймах «A_EVENT Poll Request» этот бит должен быть очищен. Во фреймах запроса бит B_EVENT должен быть установлен.

Таблица 21 — Бит подтверждения B_EVENT

B3	Описание
0	Подтверждение не требуется
1	Требуется подтверждение

Тип команды:

Таблица 22 — Тип команды A_EVENT

B4	B5	Описание
0	0	Эта команда является запросом для участвующего узла
1	0	Положительное подтверждение
1	1	Отрицательное подтверждение, получатель занят
0	1	Эта команда является запросом для неучаствующего узла

5.2.2.6.3 Назначения MAC ID и исходный MAC ID

Назначением MAC ID или исходным MAC ID должен быть MAC ID мастера для всех фреймов B_EVENT.

Для фрейма B_EVENT, отправленного ведомым устройством или повторителем, назначением MAC ID является MAC ID мастера.

Для фрейма B_EVENT, отправленного мастером, исходным MAC ID является MAC ID мастера.

5.2.2.6.4 Длина

Данная часть указывает длину данных события в диапазоне от 1 до 22 слов. Значение 0, а также значения с 23 по 31 недопустимы.

Эта длина равна 1 для запроса STR, ответа STW и проведения опроса A_EVENT.

5.2.2.6.5 Данные B_EVENT

5.2.2.6.5.1 Общие положения

На рисунках 21 и 22 и в таблице 23 представлены формат и описание блоков фрейма B_EVENT.



Рисунок 21 — Формат сообщения B_EVENT

E_CMD:



Рисунок 22 — Блоки E_CMD

Таблица 23 — Описание блоков E_CMD

E_CMD0	E_CMD1	E_CMD2	Описание
0	0	0	Чтение запроса/ответа
0	0	1	Запись запроса/ответа
0	1	0	Зарезервировано
0	1	1	
0	0	0	Проведение опроса A_EVENT
0	0	1	Зарезервировано
0	1	0	
1	1	1	
Примечание — Содержание сервиса определяется в блоке E CMD в B_EVENT.			

Группа: эта часть должна быть установлена на «1» для STR, «2» для STW и «0» для проведения опроса A_EVENT, как показано на рисунке 23 и в таблице 24:

- группа 1: состояние сети;
- группа 2: конфигурация;
- группа 3: устарело;
- группы 4—7: зарезервированы;
- группа 0: проведение опроса абонентов A_EVENT.

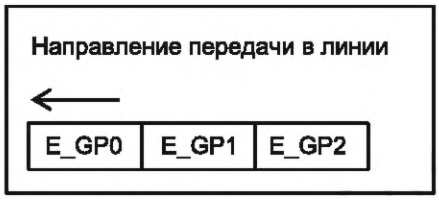


Рисунок 23 — Блоки группы

Таблица 24 — Описание боков группы

E_GP0	E_GP1	E_GP2	Описание
0	0	0	Проведение опроса A_EVENT
1	0	0	Статус сети
0	1	0	Конфигурация
1	1	0	Устарело

Окончание таблицы 24

E_GP0	E_GP1	E_GP2	Описание
0	0	1	РЕЗЕРВ
1	0	1	
0	1	1	
1	1	1	

Элемент: должно быть установлено значение «31» для STR и STW и «0» для проведения опроса A_EVENT, как показано на рисунке 24 и в таблице 25:

- пункт 31: операция STR или STW;
- пункты 1—21: устарело;
- элемент 0: проведение опроса A_EVENT;
- другое: зарезервировано.



Рисунок 24 — Блоки элемента

Таблица 25 — Описание блоков элемента

E_IT0	E_IT1	E_IT2	E_IT3	E_IT4	Описание
0	0	0	0	0	Проведение опроса A_EVENT
1	0	0	0	0	Устарело
0	1	0	0	0	
1	1	0	0	0	
0	0	1	0	0	
1	0	1	0	0	
0	1	1	0	0	
1	1	1	0	0	
0	0	0	1	0	
1	0	0	1	0	
0	1	0	1	0	
1	1	0	1	0	
0	0	1	1	0	
1	0	1	1	0	
0	1	1	1	0	
1	1	1	1	0	
0	0	0	0	1	

Окончание таблицы 25

E_IT0	E_IT1	E_IT2	E_IT3	E_IT4	Описание
1	0	0	0	1	Устарело
0	1	0	0	1	
1	1	0	0	1	
0	0	1	0	1	
0	1	1	0	1	Зарезервировано
1	1	1	0	1	
0	0	0	1	1	
1	0	0	1	1	
0	1	0	1	1	
1	1	0	1	1	
0	0	1	1	1	
1	0	1	1	1	
0	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	Операция STR или STW

Данные: указаны структуры данных групп 1, 2 и 0.

5.2.2.6.5.2 Группа состояния сети

В данной области запрещены команды (E_CMD), кроме READ. Доступ к этой группе называется «Чтение состояния», сокращенно STR. На рисунке 25 представлено определение STR.

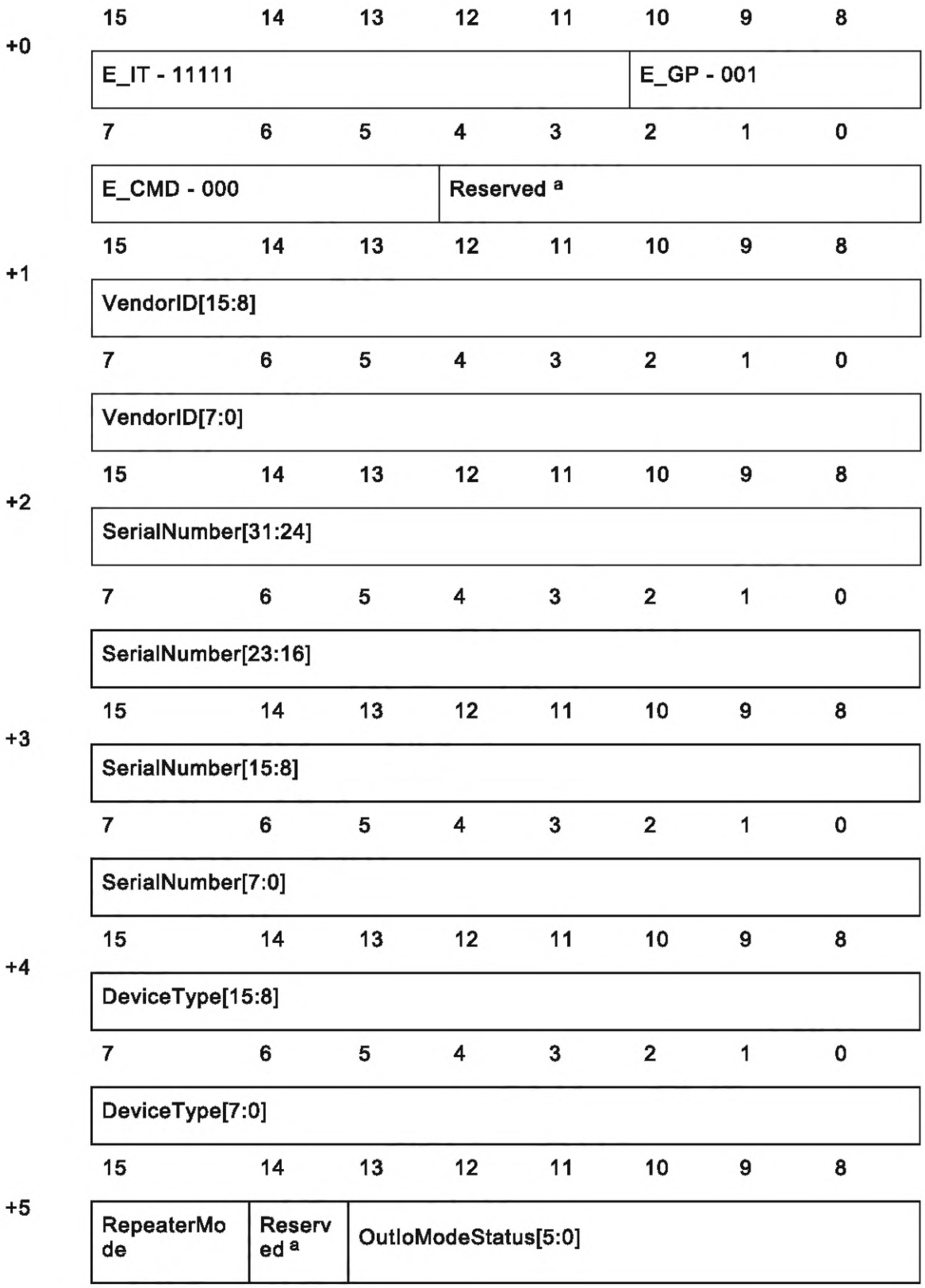
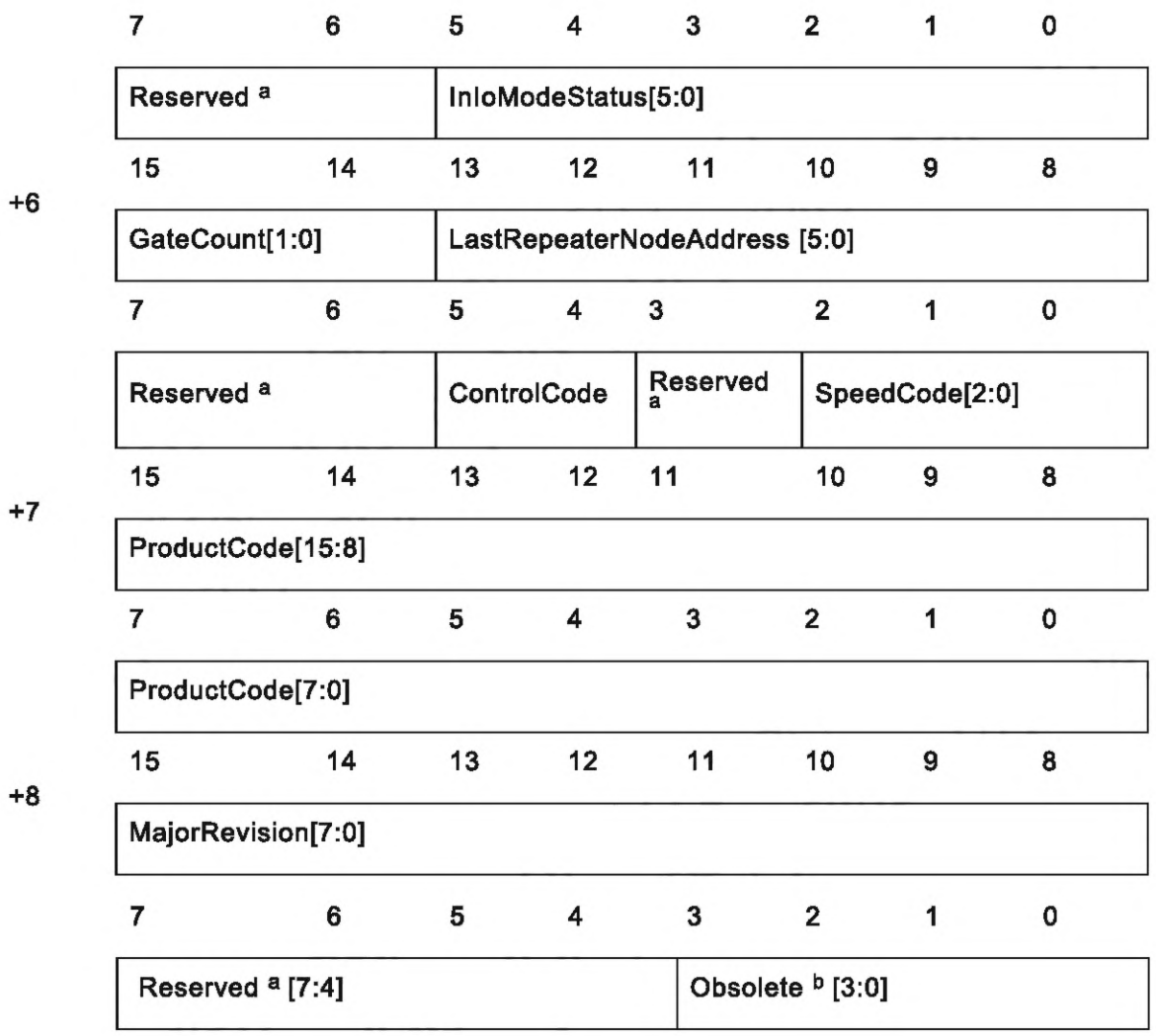


Рисунок 25, лист 1 — Данные о событии чтения состояния (ответ STR)



a) Зарезервированная часть должна быть «0».

b) Устаревшая часть должна быть «0».

Рисунок 25, лист 2

Данные поля STR

a) VendorID: атрибут идентификатора поставщика объекта идентификации, назначенный ODVA.
b) SerialNumber: атрибут серийного номера объекта идентификации.
c) DeviceType: атрибут типа устройства в объекте идентификации, определенный ODVA.
d) RepeaterMode: верно/неверно.
e) InIoModeStatus: закодированная длина входных данных и состояния:
   1) InIoModeStatus[5]:
      - 1: InIoModeStatus[4:0] указывает размер входных данных;
      - 0: нет входных данных.
   2) InIoModeStatus[4:0]:
      - 00000: 2 знака; 00001: 4 знака; 00010: 8 знаков; 00011: 16 знаков;
      - 00100: 32 знака; 00101: 48 знаков; 00110: 64 знака; 00111: 80 знаков;
      - 01000: 96 знаков; 01001: 112 знаков; 01010: 128 знаков; 01011: 144 знака;
      - 01100: 160 знаков; 01101: 176 знаков; 01110: 192 знака; 01111: 208 знаков;
      - 10000: 224 знака; 10001: 240 знаков; 10010: 256 знаков; другие: зарезервированы.

f) OutIoModeStatus: закодированная длина выходных данных и состояния.

1) OutIoModeStatus[5]:

- 1: OutIoModeStatus[4:0] указывает размер выходных данных;
- 0: нет выходных данных.

2) OutIoModeStatus[4:0]:

- 00000: 2 знака; 00001: 4 знака; 00010: 8 знаков; 00011: 16 знаков;
- 00100: 32 знака; 00101: 48 знаков; 00110: 64 знака; 00111: 80 знаков;
- 01000: 96 знаков; 01001: 112 знаков; 01010: 128 знаков; 01011: 144 знака;
- 01100: 160 знаков; 01101: 176 знаков; 01110: 192 знака; 01111: 208 знаков;
- 10000: 224 знака; 10001: 240 знаков; 10010: 256 знаков; другие: зарезервированы.

g) GateCount: 0, 1, 2; количество повторителей между мастером и узлом; 2 — недействителен для повторителя.

h) Код управления: значение кода управления из самого последнего фрейма BEACON.

i) Адрес LastRepeaterNode: адрес повторителя, копия из фрейма BEACON.

j) SpeedCode: 0: 93,75 кбит/с; 1: зарезервировано; 2: 1,5 Мбит/с; 3: 3 Мбит/с; 4: 4 Мбит/с.

k) ProductCode: атрибут кода продукта в объекте идентификации.

l) MajorRevision: атрибут Major Revision в Identity Object.

5.2.2.6.5.3 Группа конфигурации

Доступ к этой группе называется «Запись статуса», сокращенно STW. Команда чтения в этой области не разрешена.

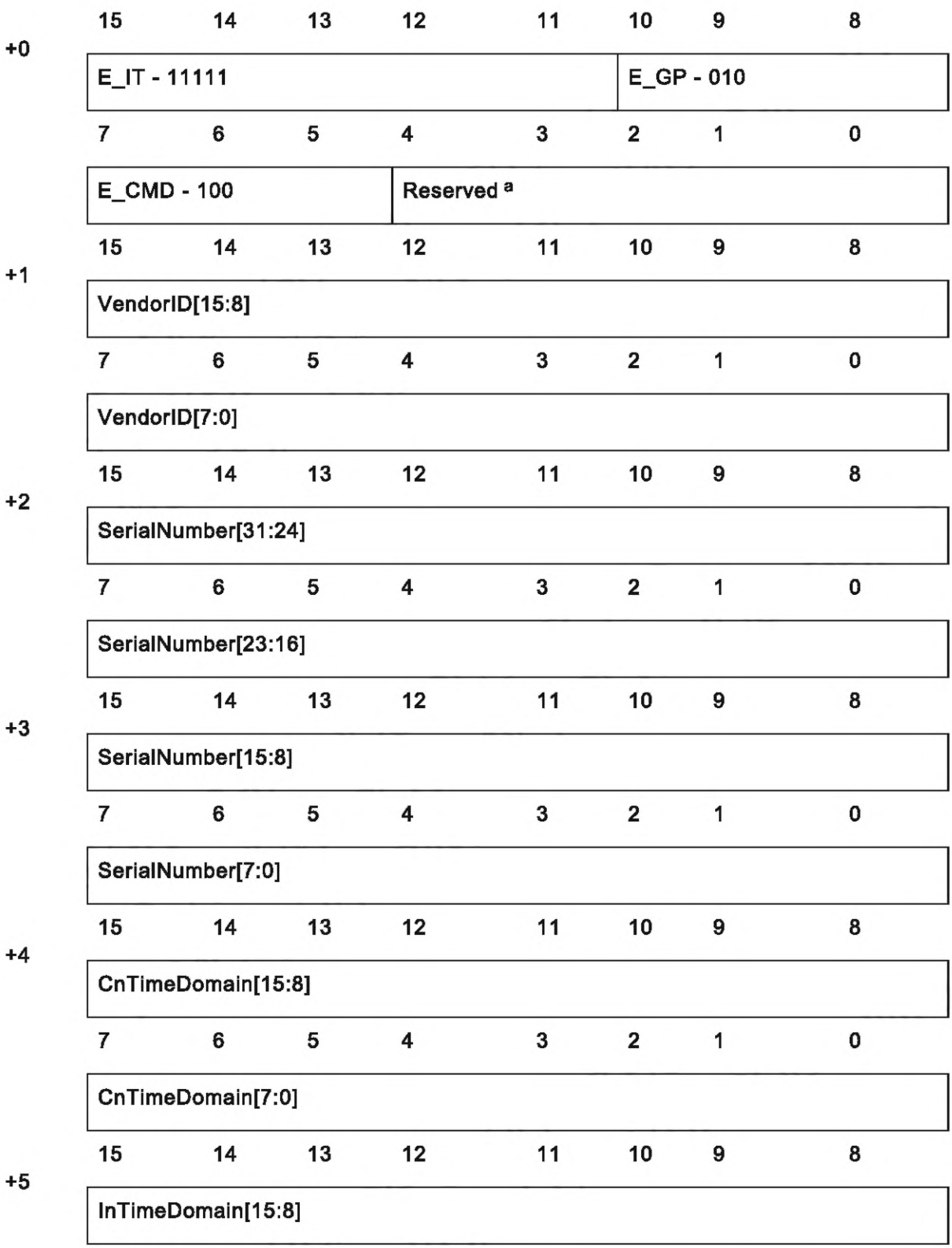
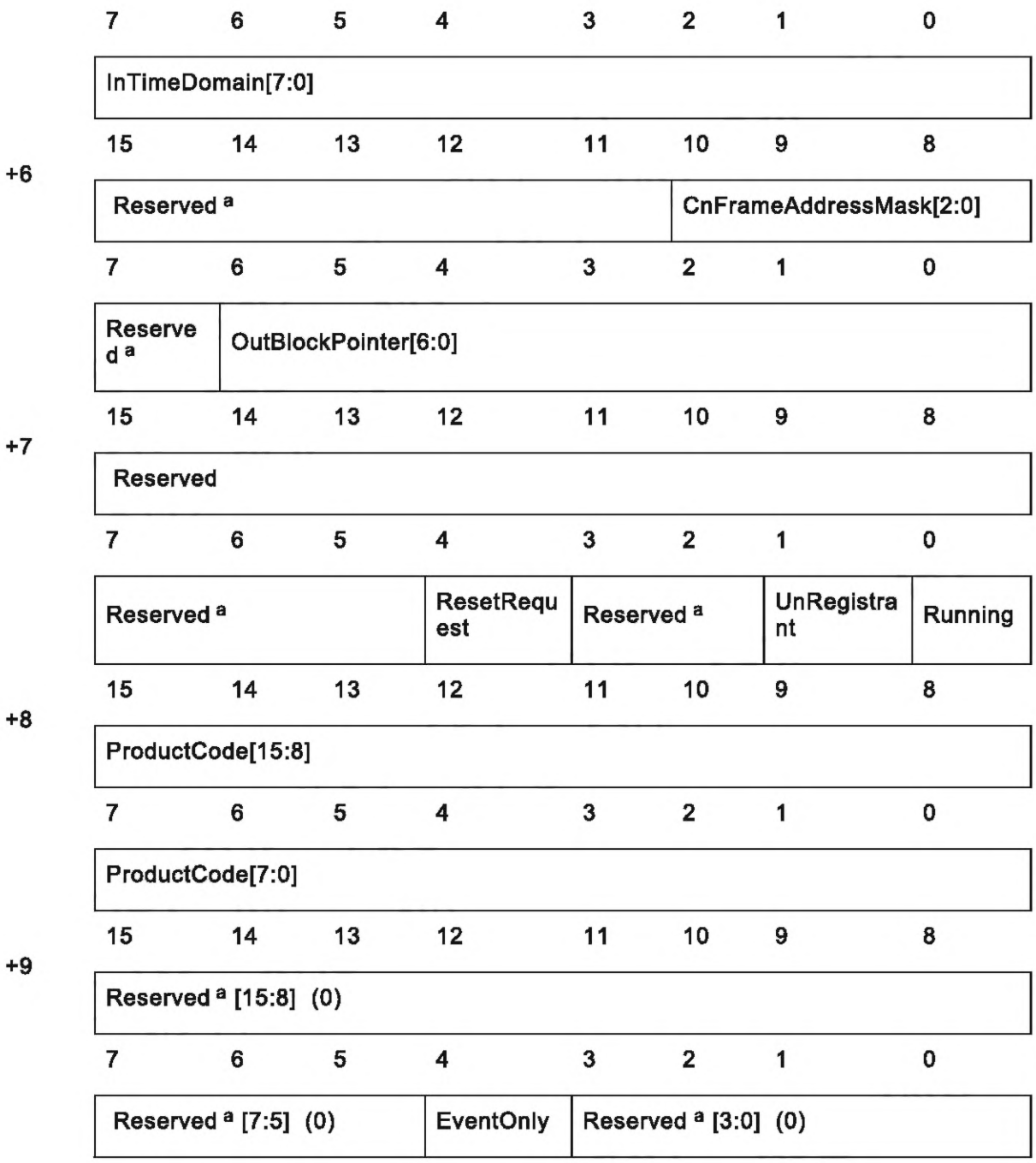


Рисунок 26, лист 1 — Данные события конфигурации STW (запрос STW)



a) Зарезервированная часть должна быть «0».

Рисунок 26, лист 2

Эксплуатационные данные STW

a) VendorID: атрибут идентификатора поставщика объекта идентификации, назначенный ODVA. Обычно используется копия результата STR.

b) SerialNumber: атрибут серийного номера идентификационного объекта. Обычно используется копия результата STR.

c) CnTimeDomain: количество меток. Эти данные устанавливаются мастером. Когда узел становится «участвующим», он должен ответить фреймом CN в соответствии с данной настройкой.

d) InTimeDomain: количество отметок. Эти данные действительны для ведомых устройств IN и MIX. Когда узел становится «участвующим» (исключая состояние EventOnly), он должен передавать фрейм IN в соответствии с данной настройкой.

e) CnFrameAddressMask: эти данные действительны для «участвующих» узлов. Они указывают номер фрейма CN после фрейма OUT или TRG, который запрашивает фреймы CN «участвующего» узла.

- 0: означает 1 фрейм CN_Frame после фреймов OUT или TRG. Узел с MAC ID, идентифицированным «MAC ID запроса CN», отправляет CN;
- 1: означает 2 CN_Frames после фреймов OUT или TRG. Узел со старшими 8 битами своего MAC ID, соответствующими старшим 8 битам «MAC ID запроса CN» в OUT или TRG, отправляет CN;
- 2: 4 CN_Frame, сравниваются старшие 7 бит MAC ID;
- 3: 8 CN_Frame, сравниваются старшие 6 бит MAC ID;
- 4: 16 CN_Frame, сравниваются старшие 5 бит MAC ID;
- 5: 32 CN_Frame, сравниваются старшие 4 бита MAC ID;
- 6, 7: так же, как при значении 0.

f) OutBlockPointer: от 0 до 79. Указывает выходные ведомые устройства, где они выбирают выходные данные из фрейма OUT (см. 5.2.2.1.5).

g) ResetRequest: сброс узла, аналогичный циклу питания.

h) UnRegistrant: включение/отключение функции проверки повторяющихся адресов. 0: включить; 1: отключить. Находясь в отключенном состоянии, узел останавливает счетчик CN, поэтому он не переходит в состояние ошибки дублирования, когда значение счетчика достигает 15.

i) Действие: 0: при неучастии; 1: при участии.

j) ProductCode: атрибут кода продукта в объекте идентификации. Обычно используется копия результата STR. Эти данные игнорируются получателем.

k) EventOnly: если установлено значение «1», то узел не отправляет фрейм IN после получения фреймов OUT или TRG.

5.2.2.6.5.4 Группа запроса опроса A_EVENT

Формат проведения опроса A_EVENT показан на рисунке 27.

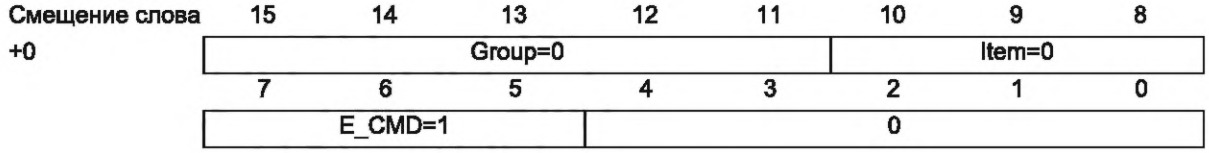


Рисунок 27 — Данные опроса

5.2.2.6.6 Процесс декодирования фрейма EVENT

Полученный фрейм B_EVENT сначала декодируется, как показано на рисунке 28. Это делается для того, чтобы увидеть, является ли полученный фрейм следствием проведения опроса STR, STW или A_EVENT.

Если это запрос STR, то фрейм обрабатывается в соответствии с правилами, указанными в таблице 26.

Если фрейм получен путем опроса A_EVENT, то он обрабатывается в соответствии с правилами, указанными в таблице 27.

Если это запрос STW, то он обрабатывается в соответствии с правилами, приведенными в таблице 28. Если запрос STW проходит эти проверки, то данные B_EVENT в запросе STW должны перезаписать параметры конфигурации, перечисленные на рисунке 26. Затем следует обработка по блок-схеме, приведенной на рисунке 29. Команды STW, используемые в блок-схеме, определены в таблице 29.

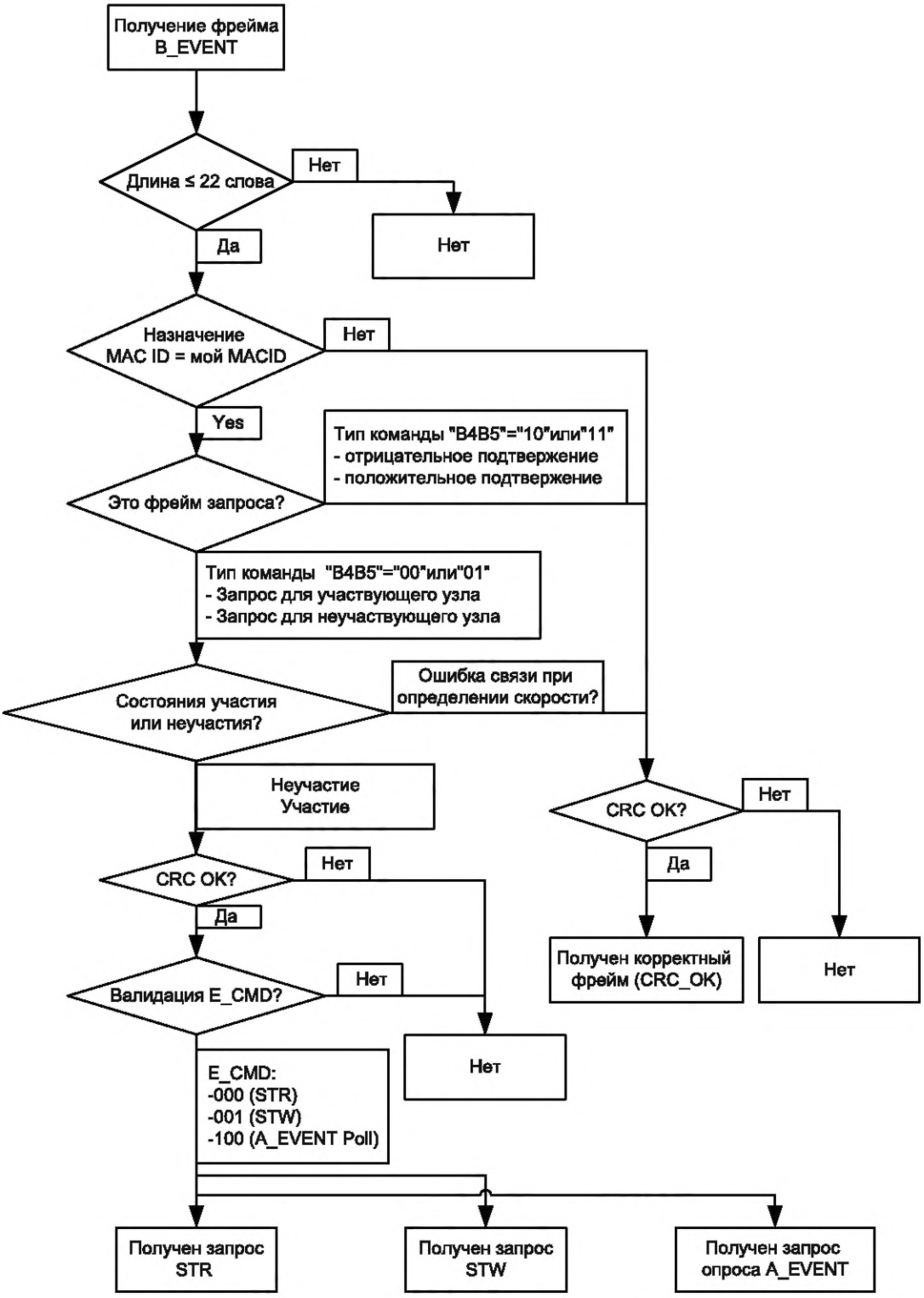


Рисунок 28 — Общая фаза декодирования B_EVENT

Таблица 26 — Правила обработки запроса STR

Состояние					Действие
Командный код			Состояние	Буфер приема	Ответ
B3	B4	B5			
1	0	—	—	Занято	Отрицательное подтверждение
0	0	—	—	Занято	Нет подтверждения
1	0	1	Неучастие	Свободно	Положительное подтверждение с данными о событии
0	0	1	Неучастие	Свободно	Нет подтверждения
—	0	1	Участие	Свободно	Нет подтверждения
—	0	0	Неучастие	Свободно	Нет подтверждения
1	0	0	Участие	Свободно	Положительное подтверждение с данными о событии
0	0	0	Участие	Свободно	Нет подтверждения
«—» — неважно.					

Таблица 27 — Правила обработки для опроса A_EVENT

Состояние					Действие
Командный код			Мое состояние	Буфер отправки	Подтверждение
B3	B4	B5			
1	0	—	—	—	Нет подтверждения
0	0	—	Неучастие	—	Нет подтверждения
1	0	1	Участие	—	Нет подтверждения
0	0	1	Участие		Нет подтверждения
—	0	1	Участие		A_EVENT отправляется
«—» — неважно.					

Таблица 28 — Правила обработки запроса STW

Состояние						Действие		
Командный код			ID продавца/ серийный №	Мое состояние	Буфер приема	Подтверждение	Данные B-EVENT	Переход состояния
B3	B4	B5						
1	0	—	— [a]	— [a]	Занят	Отрицательное подтверждение	Не учитывать	Нет перехода
0	0	—	— [a]	— [a]	Занят	Отрицательное подтверждение	Не учитывать	Нет перехода
1	0	1	Соответствует	Неучастие	Свободен	Положительное подтверждение	Перезаписать	См. рисунок 29
0	0	1	Соответствует	Неучастие	Свободен	Отрицательное подтверждение	Перезаписать	См. рисунок 29
	0	1	Несоответствие	Неучастие	Свободен	Отрицательное подтверждение	Не учитывать	Переход к сбою связи

Окончание таблицы 28

Состояние						Действие		
Командный код			ID продавца/ серийный №	Мое состояние	Буфер приема	Подтверждение	Данные B-EVENT	Переход состояния
B3	B4	B5						
—	0	1	— [a]	Участие	Свободен	Отрицательное подтверждение	Не учитывать	Нет перехода
—	0	0	— [a]	Неучастие	Свободен	Отрицательное подтверждение	Не учитывать	Нет перехода
1	0	0	Соответствует	Участие	Свободен	Положительное подтверждение	Перезаписать	См. рисунок 29
0	0	0	Соответствует	Участие	Свободен	Нет подтверждения	Перезаписать	См. рисунок 29
—	0	0	Несоответствие	Участие	Свободен	Нет подтверждения	Не учитывать	Переход к сбою связи

[a] Тире «—» означает «неважно».

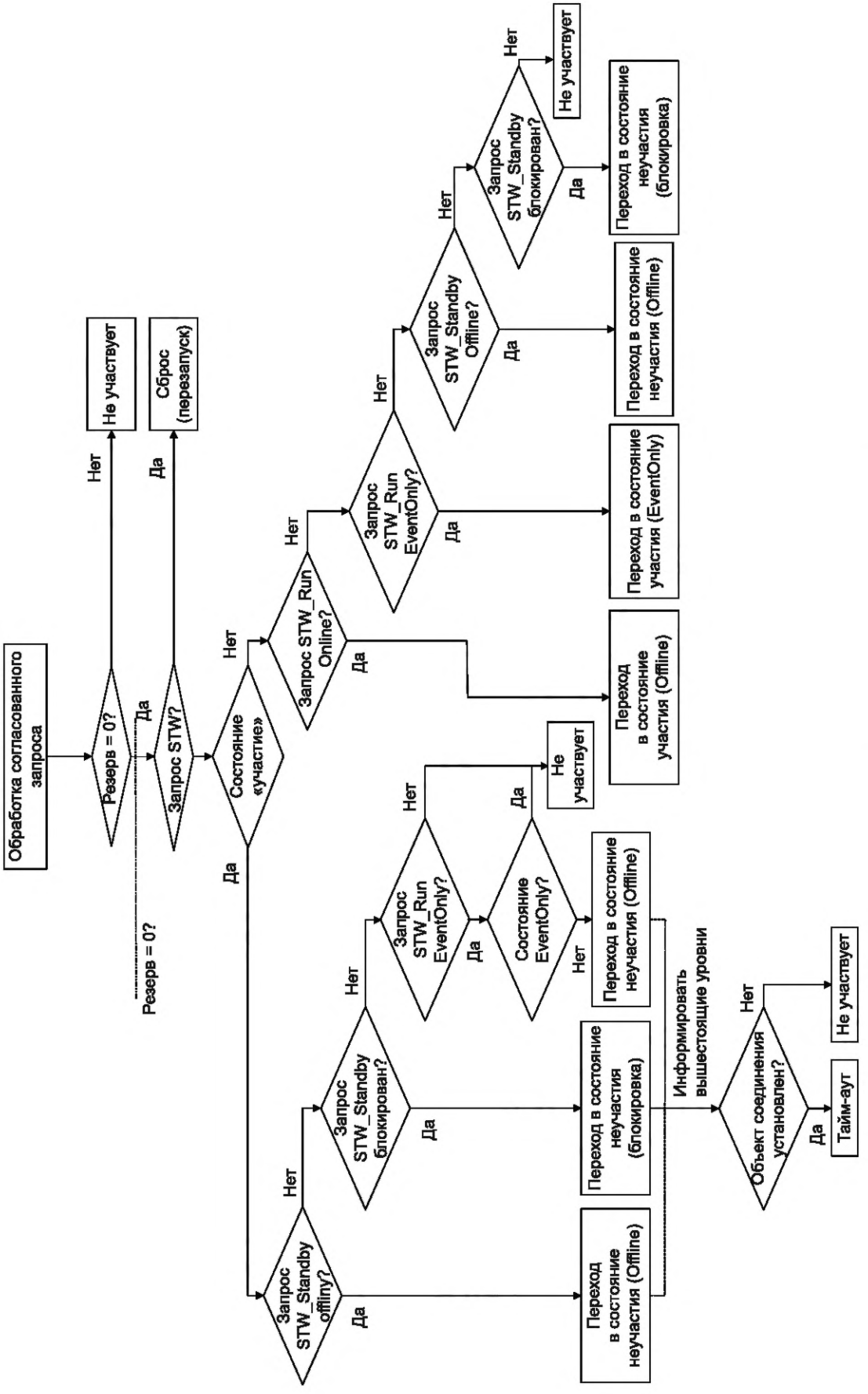


Рисунок 29 — Блок-схема обработки согласованного запроса STW

Таблица 29 — Правила обработки запроса STW

Команды запроса STW	Действие [a]	UnRegistrant [a]	Запрос сброса [a]	EventOnly [a]	Резерв [a]
STW_Standby Offline [b]	0	0	0	0	0
STW_Reset [b]	0	0	1	0	0
STW_Standby Locked [b]	0	1	0	0	0
STW_Run Online [b]	1	0	0	0	0
STW_Run EventOnly [b]	1	0	0	1	0

[a] См. 5.2.2.6.5.
[b] См. 5.4.2 и рисунок 29.

5.2.2.7 Фрейм BEACON

5.2.2.7.1 Общие положения

Фреймы BEACON генерируются мастером для уведомления ведомых устройств и повторителей о текущей скорости передачи и информации о сетевом соединении. На рисунке 30 и в таблице 30 представлены формат и описание блоков фрейма BEACON.

По крайней мере один фрейм BEACON должен отправляться каждые 250 мс.

Преамбула	Код команды	Код управления	Код скорости	Последний адрес узла повторителя	Шлюзовой счетчик	CRC8
5 бит	5 бит	2 бита	3 бит	6 бит	2 бита	8 бит

Рисунок 30 — Формат фреймов BEACON

Таблица 30 — Описание блоков

Наименование блока	Размер, бит	Описание
Код команды	5	Идентифицирует данный фрейм как BEACON-фрейм
Код управления	2	Количество фреймов CN, разрешенное во временной области CN
Код скорости	3	Указывает код скорости передачи
Последний адрес узла повторителя	6	Указывает адрес последнего повторителя, через который прошел этот фрейм
Число шлюзов информационной безопасности	2	Указывает количество повторителей, через которые прошел данный фрейм

5.2.2.7.2 Код команды

На рисунке 31 представлено определение кода команды.

B0	B1	B2	B3	B4
0	0	0	0	1

Рисунок 31 — Код команды BEACON

5.2.2.7.3 Код контроля (управления)

Код управления объявляет количество кадров CN в одном цикле шины. Это справедливо только для неучаствующих узлов. Узел «Сбой связи» использует значение, полученное, когда узел находится в состоянии «Не участвует». В таблице 31 представлено определение кода управления.

Таблица 31 — Коды контроля BEACON-фреймов

B0	B1	Адрес маски (16-ричный)	Описание
0	0	03	4 фрейма CN после фреймов OUT или TRG. Узел, у которого старшие 7 бит идентификатора MAC ID соответствуют старшим 7 битам «MAC ID запроса CN» в OUT или TRG, отправляет фрейм CN
1	0	07	8 фреймов CN после фреймов OUT или TRG. Узел, у которого старшие 6 бит идентификатора MAC ID соответствуют старшим 6 битам «MAC ID запроса CN» в OUT или TRG, отправляет фрейм CN
0	1	0F	16 фреймов CN после фрейма OUT или фрейма TRG. Узел, у которого старшие 5 бит идентификатора MAC ID соответствуют старшим 5 битам «MAC ID запроса CN» в OUT или TRG, отправляет фрейм CN
1	1	0F	

5.2.2.7.4 Код скорости

В таблице 32 представлено описание кода скорости.

Таблица 32 — Код скорости BEACON-фреймов

B0	B1	B2	Описание
0	0	0	93,75 кбит/с
1	0	0	Зарезервировано
0	1	0	1,5 Мбит/с
1	1	0	3 Мбит/с
0	0	1	4 Мбит/с
1	0	1	Зарезервировано
0	1	1	Зарезервировано
1	1	1	Зарезервировано

5.2.2.7.5 Адрес последнего узла повторителя

Данный адрес является адресом узла последнего повторителя, через который прошел фрейм BEACON. Мастер сбрасывает его на ноль, когда отправляет BEACON (см. 5.4.6).

Если ведомое устройство или повторитель получает сигнал BEACON, то это значение копируется в их регистр. Мастер может получить значение по STR (см. рисунок 25).

5.2.2.7.6 Количество шлюзов

Значение увеличивается на единицу каждый раз, когда фрейм BEACON проходит через повторитель. Мастер устанавливает начальное значение на ноль, когда отправляет сигнал BEACON (см. 5.4.6).

Если ведомое устройство или повторитель получает фрейм BEACON, то это значение копируется в их поле счетчика шлюзов во фрейме STR. Мастер может получить значение с помощью STR (см. рисунок 25).

Ведомое устройство, которое получает BEACON со значением счетчика шлюзов больше двух, не должно переходить в состояние участия. Повторитель со значением шлюзового счетчика больше единицы не должен повторять никакие фреймы.

5.2.3 Обмен явными сообщениями

5.2.3.1 Общие положения

Весь обмен явными сообщениями выполняется без соединения с использованием фреймов A_EVENT, как показано на рисунке 32. Узлы мастера, ведомого или повторителя могут отправлять сообщения A_EVENT. Формат сообщения A_EVENT поддерживает фрагментацию для больших запросов и ответов.

Если узлам ведомого или повторителя необходимо отправить A_EVENT, то они устанавливают бит запроса на отправку A_EVENT в своих фреймах CN. Затем мастер предоставляет ведомым устройствам или повторителям право на передачу данного запроса. Это делается путем выдачи запроса на опрос A_EVENT в течение предстоящего временного интервала EXTEND. Если запрос фрагментирован, то узлу предоставляется разрешение на отправку каждого последующего фрагмента.

Если мастер отправляет узлам ведомого или повторителя фрейм A_EVENT, который требует ответа, то он предоставляет узлам ведомого или повторителя разрешение на ответ путем отправки запроса на опрос A_EVENT.

Предоставляя разрешение узлам ведомого или повторителя, мастер может в любое время провести опрос A_EVENT и полагаться на ответ, чтобы определить, готово ли устройство. В качестве альтернативы мастер может дождаться следующего фрейма CN, в котором установлен бит запроса на отправку A_EVENT, прежде чем выдавать инициировать опрос A_EVENT.

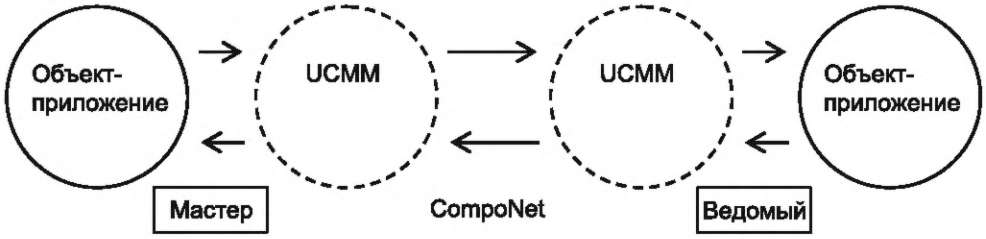


Рисунок 32 — Структурная схема потока сообщений A_EVENT

5.2.3.2 Формат явного сообщения

5.2.3.2.1 Общие положения

CompoNet инкапсулирует явные сообщения в часть данных события фреймов A_EVENT, как показано на рисунке 32.

Данные службы явных сообщений сначала кодируются с прямым порядком байтов. Затем каждое 16-битное слово в этом буфере заменяется октетом и помещается в сеть (старший октет отправляется первым, младший октет — последним).



Рисунок 33 — Формат сообщений A_EVENT

Определены 2 типа явных форматов сообщений:

- компактный — 1 октет идентификатора класса и идентификатора экземпляра (обязательно) и
- расширенный — CIP EPATH (опционально).

Все явные форматы сообщений состоят из заголовка и сервисных данных. Размер заголовка сообщения и то, какие поля данных составляют заголовок, зависит от того, является ли это типом сообщения Compact или Expanded. Содержание сервисных данных определено на рисунке 40.

Для запроса нефрагментированного явного сообщения или первого фрагмента фрагментированного запроса явного сообщения используется формат, показанный на рисунке 34 для компактного типа или на рисунке 35 для расширенного типа. Первые 7 слов составляют заголовок сообщения. Формат «дополненного EPATH», показанный на рисунке 35, относится к формату сервисных данных, определенному на рисунке 40.

Смещение слова	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Контрольный код															
1	Назначение MAC ID															
2	Исходный MAC ID															
3	Расширенный SID															
	SID															
4	Величина															
5	Зарезервировано															
	Сервисный код															
6	Класс ID															
	Конкретный ID															
7—21	Служебные данные (0—30 октетов)															

Рисунок 34 — Формат запроса компактного типа сообщения
(нефрагментированный фрейм/первый фрейм фрагмента)

Смещение слова	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Контрольный код															
1	Назначение MAC ID															
2	Исходный MAC ID															
3	Расширенный SID															
	SID															
4	Величина															
5	Зарезервировано															
	Сервисный код															
6	Зарезервировано															
	Длина EPATH															
7—21	Расширенный EPATH															
	Сервисные данные															

Рисунок 35 — Формат запроса расширенного типа сообщения
(нефрагментированный фрейм/первый фрейм фрагмента)

Для нефрагментированного ответа или первого фрагмента ответа явного сообщения используется формат, показанный на рисунке 36. Формат используется ответчиком, который может быть мастером, ведомым или повторителем. Первые 6 слов составляют заголовок сообщения.

Смещение слова	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Контрольный код															
1	Назначение MAC ID															
2	Исходный MAC ID															
3	Расширенный SID								SID							
4	Величина															
5	Зарезервировано								1	Сервисный код						
6—21	Служебные данные (0—32 октетов)															

Рисунок 36 — Формат ответа об успешном завершении сообщения Compact/Expanded (нефрагментированный фрейм/первый фрейм фрагмента)

Для неудачного ответа используется формат, показанный на рисунке 37. Первые 6 слов составляют заголовок сообщения.

Смещение слова	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Контрольный код															
1	Назначения MAC ID															
2	Исходный MAC ID															
3	Расширенный SID								SID							
4	Величина															
5	Зарезервировано								0x94							
6	Код общего состояния								Дополнительный код состояния							

Рисунок 37 — Формат ответа на сообщение о сжатом/расширенном сообщении о неудачном завершении (нефрагментированный фрейм/первый фрейм фрагмента)

Для передачи фрагментированных сообщений после получения первого подтверждения запрашивающая сторона использует формат, показанный на рисунке 38, для фрагментов обмена со второго по последний. Аналогичным образом ответчик использует формат, показанный на рисунке 39, при передаче фрагментированного сообщения для фрагментов обмена со второго по последний. Бит 9 в поле Control Code используется для определения того, является ли кадр фрагментированным или нефрагментированным. Заголовок — это первые два слова для обоих рисунков.

Смещение слова	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Контрольный код															
1	SID								Зарезервировано							
от 2 до 21	Служебные данные (0—40 октетов)															

Рисунок 38 — Формат запроса компактного/расширенного сообщения для фрагментов

Смещение слова	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Контрольный код															
1	SID								Зарезервировано							
от 2 до 21	Служебные данные (0—40 октетов)															

Рисунок 39 — Формат ответа на сообщение Compact/Expanded для фрагментов

Сервисные (служебные) данные определены на рисунке 40. Если служебные данные состоят из нечетного числа октетов, к позиции последнего октета добавляется заполняющий октет со значением 00.

Смещение слова	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
n	Октет 1								Октет 2							
n+1	Октет 3								Октет 4							
…	…								(Дополнительный октет)							

Рисунок 40 — Формат сервисных данных

5.2.3.2.2 Код управления (2 октета)

В таблице 33 представлено определение кода управления.

Таблица 33 — Формат кода управления

Биты	Наименование	Описание
15	Тип фрейма	Бит устанавливается на 0 для запроса и 1 для ответа
14	Запрос ответа	Бит всегда устанавливается на 1 для запроса и 0 для ответа
От 13 до 12	Тип сообщения [a)]	00: компактный явный тип сообщения 01: расширенный явный тип сообщения 10: (зарезервировано) 11: (зарезервировано)
От 11 до 10	Зарезервировано	Биты всегда установлены на 0 и зарезервированы для расширения

Окончание таблицы 33

Биты	Наименование	Описание
От 9 до 8	Тип фрагментации	См. таблицу 35
От 7 до 0	Fragment Count	Счетчик фрагментов. Для одного фрейма значение счетчика устанавливается равным 0 в заголовочном фрагменте
[a] В ответе тип сообщения всегда равен 0.		

5.2.3.2.3 Назначение MAC ID

Назначение MAC ID указывает получателя сообщения A_EVENT. Если оно отличается от значения в заголовке фрейма, то требуется маршрутизация.

5.2.3.2.4 Исходный MAC ID

Исходный MAC ID указывает отправителя сообщения A_EVENT. Если сервер сообщений A_EVENT формирует ответ, то это значение назначается в исходном MAC ID сообщения A_EVENT.

5.2.3.2.5 SID

Идентификатор безопасности или SID используется для согласования передачи и приема. Клиент выбирает значение, а сервер возвращает его обратно. Выбранное значение зависит от поставщика.

- Если мастер является клиентом, то диапазон SID составляет от 0 × 00 до 0 × 7F (от 0 до 127).
- Если ведомое устройство является клиентом, то диапазон SID составляет от 0 × 80 до 0 × FF (от 128 до 255).

5.2.3.2.6 Расширенный SID

Клиент выбирает значение, а сервер возвращает его обратно. Выбранное значение зависит от поставщика (продавца).

5.2.3.2.7 Размер

Размер октета служебных данных определяется в следующем диапазоне: от 0 × 0 до O × FFFF (от 0 до 65535).

- Нефрагментированные фреймы: от 0 × 00 до 0 × 1E (от 0 до 30) для фрейма запроса компактного типа сообщения от 0 × 00 до 0 × 20 (от 0 до 32) для фрейма ответа.
- Фрагментированные фреймы: от 0 × 1 F до 0 × FFFF (от 31 до 65535) для фрейма запроса компактного типа сообщения; от 0 × 21 до 0 × FFFF (от 33 до 65535) для фрейма ответа.
- Для формата сообщения EPATH диапазон размеров зависит от длины EPATH.

5.2.3.2.8 Длина EPATH

Это размер следующего за ним EPATH в 16-битных словах.

5.2.3.2.9 Общие и дополнительные коды состояния

Неудачные ответы должны содержать общий код состояния, указывающий причину отказа.

Дополнительно может быть включен дополнительный код состояния для предоставления дополнительной информации.

Приемники CompoNet подтверждают каждое фрагментированное сообщение на уровне канала передачи данных. Невозможно сообщить отправителю слишком большой код ошибки сразу после получения первого фрагмента. Только после приема всех фрагментов получатель может проверить пришедшее сообщение, а затем вернуть ответ со статусом.

Получатель не может полностью обрабатывать сообщения большого размера. Если «Размер» в запросе явного сообщения первого фрагмента больше, чем размер буфера получателя, то получатель должен вернуть код состояния «сообщение длиннее буфера приема» (0 × 23).

Для неподдерживаемых типов сообщений получатель должен вернуть ответ компактного типа сообщения с кодом состояния «формат сообщения не поддерживается» (0 × 24).

5.2.3.2.10 Пример кодирования данных

Ниже приведен пример, иллюстрирующий передачу данных.

Предположение: ведущее устройство запрашивает Set_Attribute_Single из 4 октетов данных, 0 × 1234 (слово) и 0 × 5678 (слово) для класса 0 × 64, экземпляра 0 × 01, атрибута 0 × 65 ведомого устройства, MAC-идентификатор которого равен 0 × D0. Код управления 0 × 4 000.

В приложении ведущего запрос EM отображается, как показано в таблице 34.

Таблица 34 — Пример кодирования данных

Смещение слова	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание	
0	40								00								Control Code	
1	00								D0								Назначение MAC ID	
2	01								C0								Исходный MAC ID	
3	Расширенный SID								SID								Расширенный SID	SID
4	00								05								Величина	
5	Резерв								10								Резерв	Сервисный код
6	64								01								Класс ID	Instance ID
7	65								34								Атрибуты ID	
8	12								78								Сервисные данные	
9	56								Клавиатура (00)									

Если ведомое устройство получает запрос, то оно декодирует информацию в словах от 0 до 6, используя приведенные выше данные о формате заголовка. Ведомый декодирует сервисные (служебные) данные, начиная со слова 7, как определения CIP. Таким образом, ведомое устройство знает, что это служба Set_Attribute_Single для класса 0 × 64, экземпляр 01, атрибут 0 × 65 с данными 0 × 1234, 0 × 5678.

5.2.3.3 Протокол фрагментации

5.2.3.3.1 Общие положения

В этом подпункте определяются средства, с помощью которых сообщение, длина которого превышает 44 октета, что является максимальным размером фрейма A_EVENT, фрагментируется и собирается заново.

Внимание! Мастера должны поддерживать передачу и прием сообщений фрагментарным образом. Эта возможность необязательна для ведомых устройств и повторителей, но обязательна для мастеров (ведущих устройств).

Отправители явных сообщений проверяют длину каждого передаваемого сообщения. Если длина сообщения превышает 44 октета, то используется протокол фрагментации.

Протокол фрагментации расположен в поле данных события A_EVENT в одном слове, называемом кодом управления (см. таблицу 33).

5.2.3.3.2 Содержание протокола фрагментации

Тип фрагмента указывает, является ли сообщение одиночным фреймом, т. е. что сообщение не фрагментировано, или одной из первой, средней или последней передачи для фрагментированного сообщения. Определены следующие значения, указанные в таблице 35.

Таблица 35 — Значения типа фрагмента

Значение	Описание
0	Одиночный кадр; поле счетчика фрагментов должно содержать значение 0 [a)]
1	Первый фрагмент; поле счетчика фрагментов должно содержать значение 0 [b)]
2	Средний фрагмент [c)]
3	Последний фрагмент [d)]

[a)] Указывает, что это нефрагментированное сообщение.

[b)] Указывает, что это первый из последовательных фрагментов.

[c)] Указывает, что это средний фрагмент. Данный фрагмент не первый и не последний в серии. Это также указывает на то, что за ним последуют другие фрагменты.

[d)] Помечают его как последний фрагмент. Это используется после передачи одного или нескольких фрагментов впереди.

Счетчик фрагментов помечает каждый отдельный фрагмент, чтобы получатель мог определить, пропущен ли какой-либо фрагмент. Счетчик фрагментов увеличивается на один (1) за каждый последующий полученный фрагмент. Счетчик возвращается к нулю (0), когда достигает значения 256 (fragmentCount = (fragmentCount + 1) mod 256).

Если тип фрагмента не равен 0, то это означает, что передается только часть явного сообщения, а не все сообщение.

Фрагментация сообщения выполняется как подтверждение на уровне канала передачи данных. Получатель возвращает только подтверждения на уровне канала передачи данных для каждого фрагмента.

Передающая сторона функционирует, как указано ниже:

- Отправитель формирует заголовок сообщения, устанавливая в полях Control Code, Extended SID и SID значение, указанное приложением. Он инициализирует поля MAC ID и другие поля (см. 5.2.3.2).

- Затем отправитель помещает в сообщение соответствующую информацию о протоколе фрагментации. Отправитель сохраняет количество фрагментов, вставленных в сообщение. Первый фрагмент и средние фрагменты должны быть полноразмерными A_EVENT. В противном случае должно использоваться нефрагментированное сообщение или последний фрагмент.

- Затем отправитель берет следующую часть сервисных (служебных) данных и помещает ее в сообщение.

- Если отправитель является ведомым устройством или повторителем, то он устанавливает бит «A_EVENT запроса на отправку» в своих фреймах CN, чтобы информировать ведущее устройство (мастера) о том, что ему необходимо отправить сообщение. Он запускает таймер явных сообщений, если это первая передача сообщения.

- Отправитель передает сообщение и ожидает положительного подтверждения на уровне канала передачи данных.

- Если положительное подтверждение не получено, то отправитель повторяет последнюю попытку передачи. Механизм повторных попыток определен в 5.2.4. Если повторные попытки завершаются неудачно, то приложение информируется о том, что обнаружена ошибка и запрошенная передача не может быть осуществлена.

Если получено положительное подтверждение, то отправитель продолжает обычную обработку. Если отправитель является ведомым устройством или повторителем, то получение положительного подтверждения очищает бит «A_EVENT запроса на отправку» в его фреймах CN.

Начальное состояние, связанное с принимающей стороной, влечет за собой ожидание первого фрагмента во фрагментированной передаче либо ожидание приема полного явного сообщения.

Принимающая сторона функционирует, как описано ниже:

a) Если заголовок сообщения указывает, что это фрагментированное явное сообщение, то получатель проверяет протокол фрагментации, чтобы определить его достоверность. Если у приемника еще не получена первая передача в серии (в начальном состоянии) и поле Fragment не равно First Fragment, то фрагмент отбрасывается.

b) Если это однофреймовое сообщение и количество фрагментов равно 0, то получатель выполняет следующее:

- обрабатывает сообщение;
- возвращается в исходное состояние.

c) Если фрагмент указывает, что это первый фрагмент, то счетчик фрагментов должен быть равен нулю (0) и являться полноразмерным. Если это так, то фрагмент сообщения сохраняется. Если фрагмент указывает на то, что он первый, а счетчик фрагментов не равен нулю (0), то фрагмент отбрасывается.

d) Если количество фрагментов на один (1) больше, чем ранее полученное количество, и фрагмент указывает, что это средний или последний фрагмент, SID такой же, как ранее полученный SID, и это полноразмерный фрагмент, то получен очередной фрагмент. Фрагмент добавляется к ранее полученному фрагменту (фрагментам). Счетчик фрагментов, связанный с этим фрагментом, сохраняется.

e) Если количество фрагментов такое же, как и ранее полученное количество, SID совпадает с ранее полученным SID, а фрагмент не указывает, что это первый фрагмент, то получен повторно отправленный фрагмент. Никаких действий не требуется.

f) Если счетчик фрагментов не на один (1) больше и не равен ранее полученному счетчику, то фрагмент отбрасывается. Приемник возвращается в исходное состояние.

g) Когда получен последний фрагмент, получатель продолжает обработку сообщения.

Матрицы событий/действий, представленные в таблицах 36 и 37, содержат формальные определения передающей и принимающей сторон протокола фрагментации.

Таблица 36 — Фрагментированная передача

Событие	Условие	Действие
Отправка первого фрагмента	Сообщение не может быть отправлено в виде нефрагментированного явного сообщения. Длина данных A_EVENT должна составлять 22 слова	Количество фрагментов = 0. Тип фрагмента = первый фрагмент. Создайте и передайте полноразмерное сообщение. Дождитесь возврата положительного подтверждения
Происходит тайм-аут во время ожидания положительного подтверждения (это относится только к главному отправителю. Значение таймера определено в 5.6.3.5)	Нужны повторы. См. 5.2.4	Повторно передать ранее отправленный фрагмент сообщения. Дождитесь возврата положительного подтверждения
Таймер явных сообщений истекает (это применимо только к ведомому отправителю или повторителю, см. 5.2.4)	Нет	Прекратить попытки передачи этого сообщения. Выдать необходимые внутренние показания
Получите положительное подтверждение, связанное либо с первым фрагментом, либо со средним фрагментом	Нет	Создать и передать следующий фрагмент по столбцу Event. Ведомому отправителю или повторителю необходимо очистить бит «A_EVENT sender request» в своих фреймах CN, а затем снова установить бит, если он готов передать следующий фрагмент
Получите положительное подтверждение, связанное с последним фрагментом	Нет	Указать, что сообщение было успешно доставлено в удаленный пункт назначения. Запустить таймер явных сообщений, если отправитель является ведущим. Очистить бит «A_EVENT sender request» в кадрах CN, если отправитель является ведомым устройством или повторителем
Отправка фрагмента «мидстрим» (не первый и не последний)	Оставшуюся часть сообщения нельзя отправить ОДНИМ фрагментом. Длина данных A_EVENT должна составлять 22 слова	Увеличить ранее переданный счетчик фрагментов на единицу (1). Фрагмент = средний фрагмент. Использовать тот же SID, что и предыдущий. Создать и передать полноразмерный фрагмент сообщения. Дождаться возврата положительного подтверждения
Отправка последнего фрагмента	Оставшуюся часть сообщения можно отправить ОДНИМ фрагментом. Длина служебных данных не может быть нулевой (0)	Увеличить количество фрагментов на единицу (1). Фрагмент = последний фрагмент. Использовать тот же SID, что и предыдущий. Создать и отправить фрагмент сообщения. Дождаться возврата положительного подтверждения
Отправлен последний фрагмент сообщения с явным запросом	Соответствующее ответное сообщение получено до получения подтверждения, связанного с последним фрагментом	Отменить полученное ответное сообщение

Начальное состояние, указанное ниже в таблице 37, определяется как состояние ожидания первого фрагмента во фрагментированной передаче либо приема полного явного сообщения, т. е. нефрагментированного сообщения.

Таблица 37 — Фрагментированный прием

Событие	Условие	Действие
Получение первого фрагмента	Получатель не может обработать фрагментированное сообщение из-за слишком большого размера или неизвестного типа сообщения. См. 5.2.3.2.10	Обнаружена ошибка. В ожидании последнего фрагмента
	Количество фрагментов = 0, и это неполноразмерное сообщение	Отбросить фрагмент и вернуться к исходному состоянию
	Количество фрагментов = 0, и это неполноразмерное сообщение	Отбросить фрагмент и вернуться к исходному состоянию
	Счетчик фрагментов = 0, и это полноразмерное сообщение	Сохранить слово протокола фрагментации и связанные с ним фрагменты сообщений. Сохранить расширенный SID и SID. Если получатель все еще находится в процессе получения предыдущего фрагментированного сообщения, которое еще не было завершено, то предыдущее сообщение отбрасывается и получатель начинает обработку нового фрагментированного сообщения
Полученный фрагмент = средний фрагмент	Первый фрагмент еще НЕ получен	Отбросить фрагмент сообщения
	Счетчик фрагментов численно на один (1) больше, чем ранее полученный счетчик фрагментов. SID такой же, как ранее полученный, а сообщение полноразмерное	Сохранить счетчик фрагментов и соответствующий фрагмент сообщения
	Код управления слова протокола фрагментации равен ранее полученному коду управления слова протокола фрагментации, SID такой же, как ранее полученный, и сообщение является полноразмерным	Отбросить фрагмент сообщения
	НЕполноразмерное сообщение	Отбросить фрагмент и сбросить в исходное состояние
	SID отличается от ранее полученного	Отбросить фрагмент и сбросить в исходное состояние
	Счетчик фрагментов не на единицу (1) больше и не равен ранее полученному счетчику фрагментов	Отбросить фрагмент и сбросить в исходное состояние
	Было получено слишком много данных	Отбросить фрагмент и сбросить в исходное состояние
Тип полученного фрагмента = последний фрагмент	Первый фрагмент еще НЕ получен	Отбросить фрагмент сообщения
	Обнаружена ошибка при получении первого фрагмента	Вернуть ответ с общим статусом, установленным для указания ошибки, которая произошла, если получателем является сервер. Сообщить приложению, является ли получатель клиентом. Сбросить в исходное состояние

Окончание таблицы 37

Событие	Условие	Действие
Тип полученного фрагмента = последний фрагмент	Счетчик фрагментов численно на один (1) больше, чем ранее полученный счетчик фрагментов. SID совпадает с ранее полученным. Размер служебных данных НЕ равен нулю (0)	Обработать полученное явное сообщение
	Код управления слова протокола фрагментации равен ранее полученному коду управления слова протокола фрагментации, а SID такой же, как ранее полученный. Размер служебных данных НЕ равен нулю (0)	Отбросить фрагмент сообщения
	Размер служебных данных равен нулю (0)	Отбросить фрагмент и сбросить в исходное состояние
	SID отличается от ранее полученного	Отбросить фрагмент и сбросить в исходное состояние
	Счетчик фрагментов не на единицу (1) больше и не равен ранее полученному счетчику фрагментов	Отбросить фрагмент и вернуться к исходному состоянию
	Получены данные неправильного размера. Реальный размер данных не соответствует заявленному размеру в первом фрагменте	Отбросить фрагмент и вернуться к исходному состоянию
Получение нефрагментированного сообщения	В процессе получения фрагментированного сообщения	Прекратить обработку, связанную с фрагментированным сообщением. Обработать полученное нефрагментированное сообщение. Сброс в исходное состояние

5.2.4 Требование синхронизации явных сообщений клиента/сервера

5.2.4.1 Общие положения

В этом подпункте указаны явные требования к времени обмена сообщениями для устройств. Могут возникнуть два различных состояния тайм-аута, которые описаны в следующих подразделах.

5.2.4.2 Тайм-аут подтверждения канального уровня

CompoNet использует подтверждение на уровне канала передачи данных для повышения эффективности связи. Получив фрейм A_EVENT, получатель должен немедленно ответить положительным или отрицательным подтверждением.

Если мастер является запрашивающим и не может получить ответ канала передачи данных от получателя после 10 попыток, то мастер прекращает ожидание и может запланировать повторную попытку позже. Если мастер получил отрицательное подтверждение, то он повторно отправляет запрос, пока не получит положительное подтверждение или пока не пройдет 2 с.

Если запрашивающим является ведомое устройство или повторитель, то период ожидания для подтверждения на уровне канала передачи данных отсутствует. Ведомые устройства и повторители полагаются на событие тайм-аута явного сообщения, чтобы идентифицировать неудачную транзакцию явного сообщения.

5.2.4.3 Тайм-аут явного сообщения

Таймер явных сообщений используется для обнаружения неудачной транзакции явных сообщений. Этот таймер поддерживается конечными точками клиента и сервера. Поведение таймера различается для клиентов, серверов, ведущих и подчиненных устройств или повторителей. Значение, загружаемое в таймер, зависит от категории устройства и скорости передачи данных, как показано в таблице 38.

Таблица 38 — Значения времени ожидания явных сообщений

Категория устройства	Скорость передачи	По умолчанию, с
Мастер		2
Ведомый или повторитель	4 Мбит/с	3
	3 Мбит/с	4
	1,5 Мбит/с	8
	93,75 кбит/с	115

- Поведение основного таймера

Как клиент мастер должен запускать таймер явных сообщений, ожидая ответа от ведомого устройства или повторителя. Таймер запускается, когда мастер получает уведомление о том, что последний фрейм запроса был отправлен. Если время таймера истекает до получения последнего фрейма ответа от ведомого устройства или повторителя, то транзакция считается прерванной. Затем приложение уведомляется о событии тайм-аута.

Как сервер мастер не запускает явный таймер сообщений.

- Поведение ведомого или повторителя таймера

В качестве клиента ведомое устройство или повторитель должны запускать отдельный таймер явных сообщений как во время фазы запроса, так и во время фазы ответа транзакции явного сообщения.

Во время фазы запроса ведомое устройство или повторитель запускает таймер, когда приложение готово начать передачу запроса, на что указывает установка флага «A_EVENT Sending Request» во фрейме ответа CN. Таймер сбрасывается, когда приложение получает уведомление об отправке последнего фрейма запроса. Если таймер истекает до отправки последнего фрейма запроса, то устройство должно сбросить или очистить флаг «A_EVENT Sending Request» во фрейме ответа CN и уведомить приложение о событии тайм-аута.

Во время фазы ответа ведомое устройство или повторитель запускает таймер, когда приложение уведомляется о том, что последний фрейм запроса был отправлен. Если время таймера истекает до получения последнего фрейма ответа от мастера, приложение уведомляется о событии тайм-аута.

В качестве сервера ведомое устройство или повторитель должен запускать таймер явных сообщений, пока он отправляет ответ ведущему устройству. Таймер запускается, когда приложение готово начать передачу ответа, на что указывает установка флага «A_EVENT Sending Request» во фрейме ответа CN. Если таймер истекает до отправки последнего ответного фрейма, то ведомое устройство или повторитель должны сбросить или очистить флаг «A_EVENT Sending Request» в ответном фрейме CN и могут уведомить об этом приложение.

5.3 Классы коммуникационных объектов CompoNet

5.3.1 Общие положения

Связь в узле моделируется как набор объектов: объекты связи CompoNet управляют и обеспечивают обмен сообщениями.

Объект обеспечивает абстрактное представление структуры данных внутри узла. Класс объектов — это набор объектов, представляющих один и тот же тип объекта. Экземпляр объекта — это фактическое представление конкретного объекта в классе. Каждый экземпляр класса имеет один и тот же набор атрибутов, но имеет свой собственный набор значений атрибутов.

Экземпляр объекта и/или класс объекта имеют атрибуты, предоставляют услуги и реализуют поведение.

Атрибуты — это характеристики объекта и/или класса объекта. Атрибуты предоставляют информацию о состоянии или управляют работой объекта. Службы вызываются, чтобы инициировать класс объекта или экземпляр для выполнения задачи. Поведение объекта показывает, как он реагирует на определенные события.

Основные используемые объекты связи перечислены в следующих подразделах (см. 5.3.2—5.3.6). В приложении D представлено описание спецификации и кодирования типов данных. В приложении E дано определение вспомогательных коммуникационных объектов.

5.3.2 Определение класса объекта идентификации (идентификационный код класса 01Hex)

Объект идентификации идентифицирует и предоставляет общую информацию об узле. Объект идентификации полностью определен в IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.1.2.2) и IEC 61158-6-2 (пункт 4.1.8.2).

Устройства CompoNet не должны поддерживать атрибут Heartbeat Interval.

5.3.3 Определение класса объекта маршрутизатора сообщений (идентификационный код класса 02Hex)

Объект маршрутизатора сообщений предоставляет точку подключения для обмена сообщениями, через которую клиент может обратиться к сервису (службе), любому классу объектов или экземпляру, находящемуся в узле. Объект маршрутизатора сообщений полностью определен в IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.1.2.4) и IEC 61158-6-2 9 (пункт 4.1.8.3).

5.3.4 Определение класса объекта соединения (идентификационный код класса 05Hex)

5.3.4.1 Общие положения

Класс соединения выделяет и управляет внутренними ресурсами, связанными с соединением ввода/вывода. Конкретный экземпляр, сгенерированный классом соединения, называется экземпляром или объектом соединения.

Класс подключения полностью указан в IEC 61158-5-2 и IEC 61158-6-2. Это включает в себя:

- атрибуты и службы для класса и экземпляров объекта соединения (см. IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.3) и IEC 61158-6-2 (пункт 4.1.8.8));
- синхронизацию соединения (см. IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.3));
- поведение экземпляра соединения (см. IEC 61158-6-2 (пункт 7.2)).

CompoNet использует предопределенную связь на основе соединения для обмена данными ввода-вывода. В настоящее время явное соединение на основе соединения не определено. В этом подпункте описываются конкретные части модели связи.

5.3.4.2 Атрибуты экземпляра

5.3.4.2.1 Тип экземпляра, атрибут 2

Единственное поддерживаемое значение 1 тип соединения ввода-вывода. Определение атрибута пути — в соответствии с приложением С.

5.3.4.2.2 Ожидаемая скорость передачи пакетов, атрибут 9

Это значение выбирается для получения желаемого времени ожидания соединения. Сторожевой таймер ввода-вывода в классе соединений ввода-вывода ограничен максимальным значением 650 мс для скорости передачи 93,75 кбит/с и 200 мс для других скоростей. Таким образом, при использовании множителя времени ожидания соединения, равного 4, этот атрибут имеет максимальное значение (на основе скорости передачи данных), как показано в таблице 39.

Таблица 39 — Максимальное значение ожидаемой скорости передачи пакетов

Скорость передачи данных	Максимальное значение
93,75 кбит/с	162 мс
Другое	50 мс

CompoNet не использует таймер предварительного потребления.

5.3.4.2.3 Идентификатор применяемого соединения CIP, атрибут 10

Устройства CompoNet не должны поддерживать атрибут идентификатора создаваемого соединения.

5.3.4.2.4 Идентификатор применяемого соединения CIP, атрибут 11

Устройства CompoNet не должны поддерживать атрибут Consumed Connection ID.

5.3.4.2.5 Время запрета производства, атрибут 17

Устройства CompoNet не должны поддерживать атрибут времени запрета производства.

5.3.4.2.6 Атрибут 18 множителя времени ожидания соединения

Устройства CompoNet не должны поддерживать атрибут множителя времени ожидания соединения. Значение множителя фиксировано и равно 4.

5.3.4.2.7 Атрибут 19 списка привязки соединений

Устройства CompoNet не должны поддерживать атрибут списка привязки соединений.

5.3.4.3 Правила доступа к атрибутам объекта соединения

Правила доступа к атрибутам объекта соединения CompoNet указаны в таблице 40.

Таблица 40 — Правила доступа к атрибутам объекта соединения CompoNet

Атрибут	Состояние соединения ввода/вывода		
	Настройка [a)]	Установлено	Тайм-аут
Состояние	Получить	Получить	Получить
Тип экземпляра	Получить	Получить	Получить
Триггер класса транспорта	Получение/ установка	Получить	Получить
Размер производимого соединения	Получение/ установка	Получить	Получить
Используемый размер соединения	Получение/ установка	Получить	Получить
Ожидаемая скорость передачи пакетов	Получение/ установка	Получение/ установка	Получение/ установка
Действие тайм-аута сторожевого таймера	Получение/ установка	Получение/ установка	Получение/ установка
Произведенная длина пути соединения	Получить	Получить	Получить
Созданный путь соединения	Получение/ установка	Получить	Получить
Применяемая длина пути соединения	Получить	Получить	Получить
Применяемый путь соединения	Получение/ установка	Получить	Получить
[a)] Соединение ввода/вывода находится в этом состоянии только во время процесса сервиса (службы) CompoNent Link Object Allocate. Заданные табличные значения загружаются из параметров этого сервиса.			

5.3.4.4 Сервис объекта соединения

5.3.4.4.1 Общие положения

Сервис объекта соединения CompoNet определен в этом подпункте.

5.3.4.4.2 Сервис класса объекта соединения

Устройства CompoNet не поддерживают сервис Create или Delete.

5.3.4.4.3 Сервис экземпляра объекта соединения

Устройства CompoNet не поддерживают сервис удаления.

5.3.4.4.4 Создание соединений через объект CompoNet Link

5.3.4.4.4.1 Общие положения

Соединения ввода-вывода создаются через объект CompoNet Link с использованием сервиса (службы) распределения (код службы 4BHex) для создания экземпляров желаемых соединений.

5.3.4.4.4.2 Распределенный режим (сервисный код $4B_{Hex}$)

Данный сервис (услуга) используется для распределения предопределенного набора соединений «ведущий/ведомый» для ведомого устройства или повторителя. Коды состояния, перечисленные ниже курсивом, установлены в приложении B. Объект связи CompoNet, определяемый дополнительными значениями кода, представлен в 5.3.4.4.4.4.

Сервис распределения объединяет следующие общие шаги в одну команду:

- создание объекта соединения;
- конфигурация объекта соединения.

Если принимающее устройство (т. е. ведомое устройство или повторитель) не поддерживает предопределенный набор соединений «ведущий/ведомый», то оно возвращается ответ об ошибке. Общий код ошибки в ответе на ошибку установлен на 0 × 08, чтобы указать, что *сервис не поддерживается*.

Устройство проверяет параметр Allocation Choice (выбор распределения) в запросе. Если устройство не поддерживает одно из соединений, указанных в аргументе выбора распределения (включая зарезервированные биты), то возвращается ответ об ошибке. Общий код ошибки в ответе на ошибку

имеет значение 0 × 02, что означает, что ресурс недоступен, а дополнительный код имеет значение 0 × 02, зависящее от объекта.

Если в октете Allocation Choice не установлены биты, что означает, что все биты равны нулю, то устройство возвращает ответ об ошибке. В ответе для общего кода ошибки устанавливается значение 0 × 09, что указывает на обнаружение недопустимых данных атрибута, а для дополнительного кода устанавливается значение 0 × 02, зависящее от объекта.

Для повторителя служба распределения используется только для изменения EPR и таймера явных сообщений. Выбор распределения для повторителя должен быть 0 × 02.

Если выделено ведомое устройство или повторитель в подсостоянии EventOnly, ведомое устройство или повторитель возвращает ответ об ошибке с общим кодом ошибки, установленным на 0 × 10, что указывает на конфликт состояния устройства.

Если какое-либо из запрашиваемых соединений поддерживается этим ведомым устройством или повторителем и уже назначено ведущему, то ведомое устройство или повторитель возвращает ответ об ошибке с общим кодом ошибки, установленным на 0 × 0B (уже в запрошенном режиме/состоянии), а для параметра «Дополнительный код» задано значение 0 × 02, зависящее от объекта. У ведущего устройства есть возможность отправить запрос на освобождение, так как оно может быть не синхронизировано с ведомым устройством или повторителем. Исключением является ситуация, когда запрошенное соединение ввода/вывода находится в состоянии Timed Out. В этом случае ведомое устройство или повторитель перераспределяет соединение ввода-вывода, возвращая его в состояние конфигурации.

Если ресурс, который требуется для использования с запрошенными подключениями, недоступен, то возвращается ответ об ошибке с общим кодом ошибки, установленным на 0 × 02 (ресурс недоступен), и дополнительным кодом, установленным на объектно-специфичное значение 0 × 04.

Внимание! В случае возникновения ошибки ни одно из запрошенных соединений не будет локализовано. Если этот запрос не может быть полностью обслужен, то ни одно из запрошенных распределений не выполняется.

Атрибут Allocation Choice (выбор распределения, выбор локализации) указывает, какие объекты соединения из предопределенного набора соединений мастер/ведомый активны. Этот октет может нуждаться в обновлении всякий раз, когда объект соединения «ведущий/подчиненный» меняет состояние.

Если значение в поле «Период ожидания подключения» выходит за допустимые пределы, то возвращается ответ об ошибке с общим кодом ошибки, установленным на 0 × 20, что указывает на *Invalid Parameter* (недопустимый параметр).

Как только параметр Allocation Choice подтвержден, все выделенные соединения ввода/вывода переходят в состояние Configuring. Значения соединения по умолчанию, указанные в 5.3.5.5.3.2, загружаются в атрибуты соединения. Атрибут EPR настраивается со значением из параметра «Период ожидания соединения». Затем соединение ввода-вывода переходит в состояние «Установлено».

Таймер «Неактивность/сторожевой таймер» работает, как описано в IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.3).

5.3.4.4.4.3 Режим разблокировки (сервисный код $4C_{Hex}$)

Принимающее устройство, т. е. ведомое устройство или повторитель, проверяет параметр Release Choice в запросе. Если ведомое устройство или повторитель не поддерживает одно из соединений, указанных в аргументе Release Choice (включая зарезервированные биты), то возвращается ответ об ошибке. Для общего кода ошибки в ответе на ошибку установлено значение 02. Это означает, что ресурс недоступен, а для дополнительного кода установлено значение 02, зависящее от объекта.

Если в октете Release Choice не установлены биты, что указывает на то, что все биты равны нулю, ведомое устройство или повторитель возвращает ответ об ошибке с общим кодом ошибки, установленным на 09 (недопустимое значение атрибута) с дополнительным кодом, установленным на специфическое для объекта значение 02.

Внимание! В случае возникновения ошибки ни одно из указанных соединений не будет разорвано. Если этот запрос не может быть полностью обслужен, то ни один из запрошенных выпусков не будет выполнен.

Если одно из указанных соединений находится в несуществующем состоянии, то возвращается ответ об ошибке. Общий код ошибки в ответе об ошибке установлен на $0B_{hex}$, чтобы указать, что *уже находится в запрошенном режиме/состоянии*.

После проверки параметра Release Choice ведомое устройство или повторитель гарантирует, что они находятся в состоянии, которое позволяет им прекратить использование указанных соединений.

Если это не так, то возвращается ответ об ошибке. Общий код ошибки в ответе об ошибке установлен на $0C_{hex}$, чтобы указать, что *невозможно выполнить сервис в текущем режиме/состоянии*.

Если запрос действителен, то ведомое устройство или повторитель освобождает все ресурсы, связанные с указанным(и) соединением(ями).

5.3.4.4.4.4 Коды ошибок, характерные для объекта CompoNet Link

В следующей таблице перечислены коды ошибок, относящиеся к объекту связи CompoNet. Эти коды помещаются в поле «Дополнительный код» в ответном сообщении об ошибке. Эти коды, указанные в таблице 41, упоминаются и подробно описываются в предыдущих подпунктах.

Таблица 41 — Дополнительные коды ошибок, характерные для объекта CompoNet Link

Значение	Описание
02	Недопустимый параметр Allocation/Release Choice. Это возвращается, когда получен запрос Allocate/Release_Master/Slave_Connection_Set и: 1) ведомое устройство или повторитель не поддерживает выбор, указанный в параметре Choice; 2) ведомому устройству или повторителю предлагается выделить/освободить соединения, которые уже были выделены/освобождены; 3) октет Allocation Choice/Release содержал все нули или недопустимую комбинацию битов
04	Ресурс, необходимый для использования с предопределенным набором соединений «ведущий/ведомый», недоступен

5.3.4.5 Объектные характеристики соединения ведомого

5.3.4.5.1 Общие положения

В этом подпункте представлены внешне видимые характеристики объектов соединения, связанных с предопределенным набором соединений «ведущий/ведомый» в ведомых устройствах или устройствах-повторителях. Объект Predefined Master/Slave Connection, определенный для ведомых устройств или устройств повторителя, представляет собой соединение многоадресного опроса, которое отвечает за получение команды многоадресного опроса ведущего устройства и возврат соответствующего ответа.

Внимание! Этот подпункт дополнительно уточняет информацию, представленную в IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.3) для использования объектами соединения. Если не указано иное, то вся информация, указанная в IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.3) (например, сервис, атрибуты и т. д.), применяется к объектам соединения, описанным в этом подпункте.

5.3.4.5.2 Идентификаторы экземпляра соединения

Каждый существующий объект соединения имеет назначенный ID (идентификатор) экземпляра соединения, который идентифицирует объект соединения среди нескольких объектов соединения в классе соединения. Идентификаторы экземпляров, которые должны использоваться ведомым устройством или устройством-повторителем для идентификации предопределенных объектов соединения «ведущий/ведомый», показаны в таблице 42.

Таблица 42 — ID экземпляра соединения для предопределенных соединений «ведущий/ведомый»

ID экземпляра соединения №	Описание
1	Ссылается на соединение ввода/вывода многоадресного опроса

Внимание! Ведомое устройство или повторитель должны зарезервировать ID экземпляров из таблицы 42 для предопределенных соединений «ведущий/ведомый», которые они поддерживают.

5.3.4.5.3 Атрибуты экземпляра подчиненного соединения

В этом подпункте определяются значения атрибутов по умолчанию, используемые ведомым устройством или повторителем в рамках предопределенных объектов соединения «ведущий/ведомый».

Таблица 43 определяет значения атрибутов для предопределенных объектов I/O-соединения «ведущий/ведомый». Эти значения по умолчанию изначально загружаются в атрибуты, когда объект соединения переходит из состояния «Несуществующий» в состояние «Настройка» (см. 5.3.4.5.4). Неподдерживаемые атрибуты не перечислены.

Таблица 43 — Значения атрибутов объекта подключения многоадресного опроса по умолчанию

ID атрибута (десятичный)	Номер атрибута	Исходное значение (по умолчанию)	Описание
1	state	01	Указывает, что объект подключения многоадресного опроса находится в состоянии «Настройка»
2	Instance_type	01	Указывает, что это I/O-соединение ввода-вывода
3	transportClass_trigger		0 × 82 для ведомых устройств IN и Mix 0 × 80 для ведомых устройств OUT и повторителей
7	produced_connection_size		По умолчанию не указано. При реализации необходимо инициировать этот атрибут в соответствии с приложением
8	consumed_connection_size		По умолчанию не указано. При реализации необходимо инициировать этот атрибут в соответствии с приложением
9	expected_packet_rate	0	Ожидаемая скорость передачи пакетов должна быть настроена
12	watchdog_timeout_action	0	Переход в состояние Timed Out
13	produced_connection_path_length		По умолчанию не указано. При реализации необходимо инициировать этот атрибут числом октетов в атрибуте по умолчанию created_ connection_path
14	produced_connection_path		По умолчанию не указано. При реализации необходимо выбрать объект приложения для ссылки по умолчанию и соответствующим образом инициировать данный атрибут
15	consumed_connection_path_length		По умолчанию не указано. При реализации необходимо инициировать этот атрибут числом октетов в атрибуте Consumer_connection_path по умолчанию
16	consumed_connection_path		По умолчанию не указано. При реализации необходимо выбрать объект приложения для ссылки по умолчанию и соответствующим образом инициировать данный атрибут

5.3.4.5.4 Предопределенное поведение экземпляра соединения «ведущий/ведомый»

На рисунке 41 показана диаграмма перехода состояния объекта соединения ввода-вывода с предопределенным соединением «ведущий/ведомый».



Рисунок 41 — Предопределенная диаграмма перехода состояния ввода-вывода «ведущий/ведомый»

Матрица событий состояний, или SEM, представленная ниже, дает формальное определение поведения I/O-соединений в предварительно определенном наборе соединений «ведущий/ведомый». SEM наследует и/или переопределяет действия, представленные в матрице событий состояния объекта I/O-соединения, приведенной в IEC 61158-6-2 (пункт 7.2.1).

Внимание! SEM, представленная ниже, не диктует правила в отношении внутренней логики конкретного продукта. Любая попытка доступа к классу подключения или экземпляру объекта подключения может потребовать прохождения проверки для конкретного продукта. Это способно привести к сценарию ошибки, который не указан в таблице 44. Возможно также появление дополнительных, специфичных для продукта указаний, доставленных из объекта соединения в приложение и/или конкретный объект приложения. Особым требованием является то, что предварительно определенный объект соединения ввода-вывода «ведущий/ведомый» должен демонстрировать поведение, видимое извне, указанное SEM и определениями атрибутов.

Таблица 44 — Матрица событий предопределенного состояния I/O-соединения «мастер/ведомый»

Событие	Состояние объекта I/O-соединения			
	Не существует	Настройка	Установление	Тайм-аут
Объект CompoNet Link получает запрос на распределение (размещение), который проходит все проверки на наличие ошибок. Этот запрос указывает предопределенное I/O-соединение «мастер/ведомый»	Создать экземпляр объекта соединения для каждого запрошенного I/O-соединения и установить для атрибутов значения по умолчанию, указанные в 5.3.4.5.3. Переход к настройке	Это сценарий ошибки, описанный в 5.3.4.4.4	Это сценарий ошибки, описанный в 5.3.4.4.4	Установка для атрибутов значений по умолчанию, указанных в 5.3.4.5.3. Переход к настройке

Окончание таблицы 44

Событие	Состояние объекта I/O-соединения			
	Не существует	Настройка	Установление	Тайм-аут
Объект CompoNet Link получает запрос на установление, который проходит все проверки на наличие ошибок. Этот запрос указывает предопределенное I/O-соединение «мастер/ведомый»	Это сценарий ошибки, описанный в 5.3.4.4.4	Не установлено	Освобождение всех связанных ресурсов. Переход в несуществующее состояние	Освобождение всех связанных ресурсов. Переход в несуществующее состояние
Параметры сервиса распределения объекта CompoNet Link Allocate загружены в Connection Instance	Не установлено	Переход к установленному	Не установлено	Не установлено
Set_Attribute_Single	Как описано в IEC 61158-6-2 (пункт 7.2.1)	Проверка/обслуживание запроса на основе внутренней логики и правил доступа, представленных в 5.3.4.3. Если это действительный запрос на установку атрибута expected_packet_rat, то необходимо выполнить шаги, указанные в IEC 61158-6-2 (пункт 7.2.1), и перейдите к установленному. Вернуть соответствующий ответ	Проверка/обслуживание запроса на основе внутренней логики и правил доступа, представленных в 5.3.4.3. Вернуть соответствующий ответ	Проверка/обслуживание запроса на основе внутренней логики и правил доступа, представленных в 5.3.4.3. Вернуть соответствующий ответ
Get_Attribute_Single	Как описано в IEC 61158-6-2 (пункт 7.2.1)	Проверка/обслуживание запроса на основе внутренней логики и правил доступа, представленных в 5.3.4.4.3. Вернуть соответствующий ответ	Проверка/обслуживание запроса на основе внутренней логики и правил доступа, представленных в 5.3.4.3. Вернуть соответствующий ответ	Проверка/обслуживание запроса на основе внутренней логики и правил доступа, представленных в 5.3.4.3. Вернуть соответствующий ответ
Перезагрузка	Как описано в IEC 61158-6-2 (пункт 7.2.1)	Как описано в IEC 61158-6-2 (пункт 7.2.1)	Как описано в IEC 61158-6-2 (пункт 7.2.1)	Как описано в IEC 61158-6-2 (пункт 7.2.1)
Receive_Data				
Send_Message				
Бездействие/ срок действия сторожевого таймера истек				

Если при реализации обнаруживается, что она не поддерживает службу явных сообщений, указанную в таблице 44, то производится возврат ответа об ошибке, указывающий, что сервис не поддерживается (общий код ошибки 08).

5.3.4.6 Характеристики перехода состояния ведомого устройства или повторителя

5.3.4.6.1 Функционирование подключаемого экземпляра

После успешного выполнения STW ведомое устройство IN переходит в подсостояние ONLINE (участвует) и реагирует на фреймы OUT/TRG, отправляя фреймы IN с действительными входными данными еще до того, как они будут выделены. Когда мастер получает входные данные, то он НЕ передает данные своему приложению до тех пор, пока мастер не выделит успешно ведомого. Подчиненное устройство НЕ должно обновлять свои выходы до того, как оно будет выделено.

Для повторителя успешное выполнение STW_Run Online или STW_Run EventOnly переводит повторитель в состояние «Участвует» и начинает ретрансляцию. Успешная служба выделения переводит повторитель из подсостояния ONLINE в состояние установленного соединения.

После того как ведомое устройство или повторитель переходит в состояние «Установлено», оно отслеживает фреймы OUT/TRG. Если фреймы OUT/TRG отсутствуют в течение периода EPR*4, то соединение переходит в состояние «Истечение времени (Timed out)».

Есть два события, которые вызывают переход ведомого устройства вывода в состояние IDLE (Integrated Development and Learning Environment — интегрированная среда разработки и обучения). Фрейм OUT с отключенным битом обновления I/O или фрейм TRG интерпретируется объектом приложения как событие Receive_idle. Фрейм OUT с включенным битом обновления I/O интерпретируется объектом приложения как событие запуска.

5.3.4.6.2 Процедура подключения

На рисунке 42 показана процедура подключения:

- Шаг A. Ведущее устройство отправляет TRG-фрейм неучаствующим ведомым устройствам или повторителям и распознает автономные устройства. Автономные устройства отправляют фреймы CN обратно мастеру.

- Шаг B. Ведущее устройство отправляет запросы STR ведомым устройствам или повторителям, которые отправили фреймы CN. Ведомые устройства или повторители отправляют ответы STR со своим собственным ID поставщика и серийным номером, прикрепленными после полученных запросов STR. Запрос STR и ответ STR отправляются с использованием сообщений B_EVENT.

- Шаг C. Мастер добавляет полученный ID поставщика и серийный номер к запросу STW и отправляет его на соответствующее устройство. Если есть какое-либо устройство, у которого полученный ID поставщика и серийный номер не совпадают с его собственным ID поставщика и серийным номером, то устройство переходит в состояние сбоя связи. Запрос STW и ответ STW отправляются с использованием сообщений B_EVENT.

- Шаг D. Мастер отправляет запросы на выделение подчиненным устройствам или повторителям в режиме онлайн. Запрос выделения и ответ выделения отправляются с использованием сообщений A_EVENT.

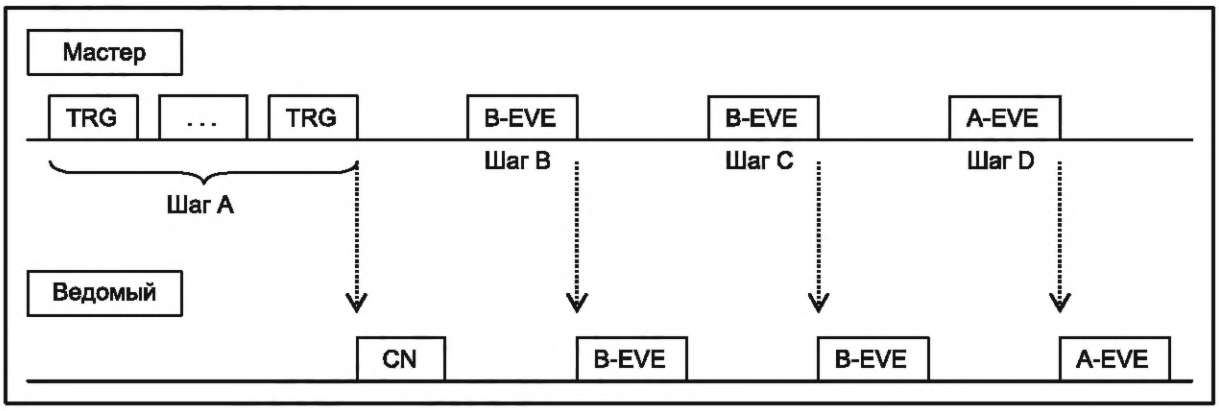


Рисунок 42 — Предопределенная диаграмма перехода состояния I/O-соединения «ведущий/ведомый»

5.3.4.6.3 Схема процедуры участия

На рисунке 43 показан процесс подключения.

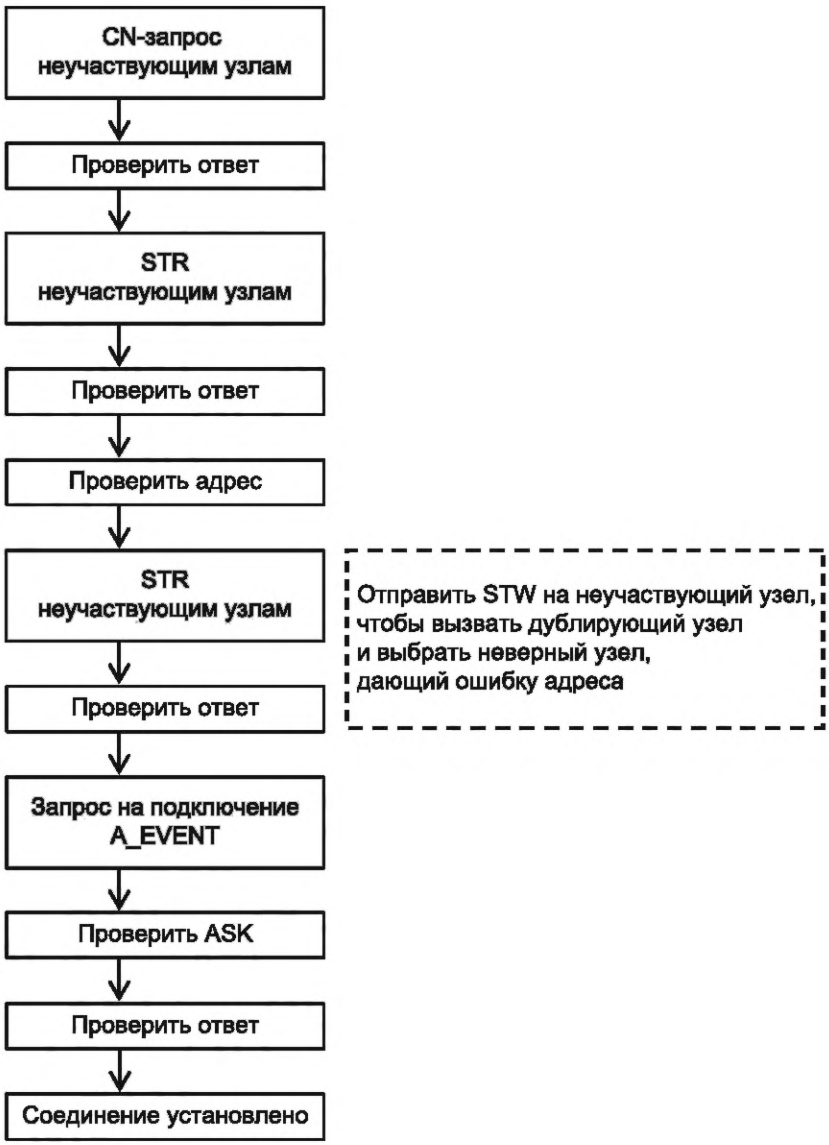


Рисунок 43 — Процесс подключения

5.3.4.7 Характеристики связи мастера

В этих требованиях не содержится большого количество характеристик в отношении объектов соединения в мастере. Требуется, чтобы мастер понимал, как он был сконфигурирован со связанными с ним ведомыми устройствами или повторителями, и демонстрировал внешнее поведение, необходимое для правильного взаимодействия с этими ведомыми устройствами или повторителями.

При сбросе или включении мастер должен подождать, пока все узлы не перейдут в исходное состояние (т. е. состояние определения скорости). Время ожидания зависит от скорости передачи и определяется по следующей формуле:

$$t = v \cdot 2,$$

где t — время ожидания, выраженное в миллисекундах (мс);

v — множитель, устанавливаемый скоростью передачи. Для скорости 93,75 кбит/с множитель равен 650. Для других скоростей — 200.

Например, при скорости 93,75 кбит/с мастер ждет 650 мс (без OUT/TRG), пока не истечет время по таймерам всех участвующих узлов и они не перейдут в неучаствующее состояние. Затем мастер ждет еще 650 мс (без кадров), чтобы позволить неучаствующим узлам перейти в состояние определения скорости. Таким образом, общее время ожидания 1300 мс гарантирует, что все узлы будут сброшены в состояние определения скорости.

Примечание — Узлы в состоянии сбоя связи не обрабатывают новые коды управления, и это может вызвать коллизии при изменении кода управления во фрейме BEACON.

Мастер должен контролировать свои соединения на предмет тайм-аутов. Для узлов IN или MIX мониторинг предпочтительно должен выполняться путем обнаружения пропущенных фреймов IN или, необязательно, путем обнаружения пропущенных фреймов CN. Для узлов OUT или повторителей контроль должен осуществляться путем обнаружения отсутствующих фреймов CN.

5.3.5 Определение класса объекта CompoNet Link (идентификационный код класса $F7_{Hex}$)

5.3.5.1 Общие положения

Объект CompoNet Link используется для предоставления конфигурации и статуса физического подключения. Продукт должен поддерживать один (и только один) объект CompoNet Link для каждого физического сетевого подключения, и это должен быть экземпляр 1.

5.3.5.2 Атрибуты класса объектов CompoNet Link

Атрибуты класса для объекта CompoNet Link определены ниже в таблице 45.

Таблица 45 — Атрибуты класса CompoNet Link

ID атрибута	Необходимость в реализации	Правило доступа	Наименование	Тип данных
С 1 по 7	Эти атрибуты класса являются необязательными и описаны в IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.1.2)			

5.3.5.3 Сервисы класса объектов связи компонентов

Объект CompoNent Link поддерживает сервисы класса, указанные в таблице 46.

Таблица 46 — Сервисы класса CompoNet Link

ID сервиса	Необходимость в реализации	Наименование сервиса	Описание
0x0E	При условии [a]	Get_Attribute_Single	Используется для чтения атрибута объекта ссылки CompoNet
[a] Требуется, если поддерживаются какие-либо атрибуты класса.			

5.3.5.4 Атрибуты экземпляра объекта CompoNet Link

5.3.5.4.1 Общие положения

Атрибуты экземпляра объекта связи CompoNet определены в таблице 47.

Таблица 47 — Атрибуты экземпляра CompoNet Link

ID атрибута	Необходимость в реализации	Правило доступа	N V	Наименование	Тип данных	Описание	Семантика величины
1	Требуется	Выполнять	N V	MAC ID	UINT	MAC ID устройства	См. 5.3.5.4.2
2	Требуется	Выполнять	V	Скорость обработки данных	USINT		См. 5.3.5.4.3
3	—	—		Резерв			
4	—	—		Резерв			
5	При условии [c]	Выполнять	V	Выбор распределения	OCTET		См. 5.3.5.4.4
6	При условии [a]	Выполнять	V	Переключатель адреса узла изменен	BOOL		См. 5.3.5.4.5

Окончание таблицы 47

ID атрибута	Необходимость в реализации	Правило доступа	NV	Наименование	Тип данных	Описание	Семантика величины
7	При условии [b]	Выполнять	V	Переключатель скорости передачи данных изменен	BOOL		См. 5.3.5.4.6
8	При условии [a]	Выполнять	V	Значение переключателя адреса узла	UINT		См. 5.3.5.4.7
9	При условии [b]	Выполнять	V	Значение переключения скорости передачи данных	USINT		См. 5.3.5.4.8
10	Необходимо	Выполнять	V	Таймер явных сообщений	UINT		См. 5.3.5.4.9
11	При условии [b]	Выполнять	V	Таблица активных узлов	MAC-СИВ 512 бит	Указывает состояние узла. Один бит для каждого MAC ID	1 = узел в состоянии участия. 0 = узел не в состоянии участия
12	При условии [b]	Выполнять	V	Таблица состояний узлов WORD IN	MAC-СИВ из 64 октетов	Состояние узла WORD IN. Один октет на адрес узла	См. 5.3.5.4.11
13	При условии [b]	Выполнять	V	Таблица состояний узлов WORD OUT	MAC-СИВ из 64 октетов	Состояние узла WORD OUT. Один октет на адрес узла	См. 5.3.5.4.11
14	При условии [b]	Выполнять	V	Таблица состояний узлов BIT IN	MAC-СИВ из 128 октетов	Состояние узла BIT IN. Один октет на адрес узла	См. 5.3.5.4.11
15	При условии [b]	Выполнять	V	Таблица состояний узлов BIT OUT	MAC-СИВ из 128 октетов	Состояние узла BIT OUT. Один октет на адрес узла	См. 5.3.5.4.11
16	При условии [b]	Выполнять	V	Таблица состояний узлов повторителей	MAC-СИВ из 64 октетов	Состояние узла повторителя. Один октет на адрес узла	См. 5.3.5.4.11

[a] Атрибут необходим, когда устройство имеет переключатель адреса узла и для него можно установить значение, отличное от онлайн-значения.

[b] Атрибут обязателен для мастеров, но не разрешен для других устройств.

[c] Этот атрибут обязателен для ведомых устройств, но не разрешен для мастеров.

5.3.5.4.2 MAC ID

Этот атрибут указывает MAC ID устройства. Значение находится в диапазоне от 0 до 511. В таблице 48 показано распределение MAC ID для каждой категории устройств.

Таблица 48 — Диапазон идентификаторов MAC-адресов

Значение	Категория устройства
0 × 0000 — 0 × 003F (от 0 до 63)	Word-ведомый (IN или MIX)
0 × 0040 — 0 × 007F (от 64 до 127)	Word-ведомый (OUT)
0 × 0080 — 0 × 00FF (от 128 до 255)	Bit-ведомый (IN или MIX)
0 × 0100 — 0 × 017F (от 256 до 383)	Bit-ведомый (OUT)
0 × 0180 — 0 × 01 BF (от 384 до 447)	Повторитель
0 × 01C0 (448)	Мастер
0 × 01C1 — 0 × 01 FF (от 449 до 511)	Повторитель

Если для идентификатора MAC ID установлено недопустимое значение для типа устройства, то устройство переходит в состояние сбоя связи.

5.3.5.4.3 Скорость передачи данных

Этот атрибут указывает выбранную скорость передачи данных. Возможные значения атрибутов показаны в таблице 49.

Таблица 49 — Скорость передачи данных

Значение	Категория устройства
0	93,75 кбит/с
1	Зарезервировано
2	1,5 Мбит/с
3	3 Мбит/с
4	4 Мбит/с
От 5 до 255	Зарезервировано

5.3.5.4.4 Выбор распределения

Атрибут указывает выбранный тип связи, как показано в таблице 50.

Таблица 50 — Выбор распределения

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Описание	Зарезервировано						I/O	Зарезервировано

5.3.5.4.5 Переключатель адреса узла изменен

Атрибут указывает, изменился ли переключатель адреса узла после включения питания.

5.3.5.4.6 Изменение переключателя скорости передачи данных

Атрибут указывает, изменился ли переключатель скорости передачи данных после включения питания.

5.3.5.4.7 Значение переключателя адреса узла

Атрибут указывает текущее значение переключателя адреса узла.

5.3.5.4.8 Значение переключателя скорости передачи данных

Атрибут указывает текущее значение переключателя скорости передачи данных, как показано в таблице 51.

Таблица 51 — Значение переключателя скорости передачи данных

Величина	Описание
0	93,75 кбит/с
1	Зарезервировано
2	1,5 Мбит/с
3	3 Мбит/с
4	4 Мбит/с
От 5 до 255	Зарезервировано

5.3.5.4.9 Таймер явных сообщений

Этот атрибут выражается в секундах.

5.3.5.4.10 Таблица активных узлов

Атрибут экземпляра 11 объекта CompoNet Link должен состоять из массива в 512 бит по одному на каждый идентификатор MAC. Младший значащий бит должен соответствовать MAC ID = 0, а самый старший бит должен соответствовать MAC ID = 511. Бит для конкретного MAC ID должен быть установлен на «1», если узел находится в состоянии «Участие», что означает, что к узлу можно получить доступ с помощью явных сообщений. Бит должен быть очищен до «0», если узел не находится в состоянии «Участие». Это означает, что узел может отсутствовать или быть в таком состоянии, как «Неучастие», что означает неподдержку им явных сообщений.

5.3.5.4.11 Состояние узла

Атрибуты экземпляра 12, 13, 14, 15 и 16 указывают общее состояние всех узлов ведомых или повторителя. Определения битов даны в таблицах 52 и 53.

Таблица 52 — Определения битов для октета состояния узла

Биты	Наименование	Определение
0—3	Состояние сети узла	См. таблицу 53
4	Флаг ошибки связи	TRUE указывает на наличие ошибки связи по адресу узла
5	Флаг тайм-аута	TRUE указывает, что мастер обнаружил тайм-аут соединения
От 6 до 7		Зарезервировано, должен быть 0

Таблица 53 — Определения битов для состояния сети узла

Биты от 0 до 3	Описание состояния сети узла
	Не существует
0 0 0 1	Не в сети
0 0 1 0	Заблокировано
0 0 1 1	Онлайн
0 1 0 0	Только событие
0 1 0 1	Ошибка связи
От 0 1 1 0 до 1 1 1 1	Зарезервировано

5.3.5.5 Специальные сервисы класса объекта

5.3.5.5.1 Общие положения

В данном пункте описываются общие сервисы и сервисы класса объекта, поддерживаемые объектом связи CompoNet (см. также приложение А).

5.3.5.5.2 Общие сервисы

Необходимые общие услуги указаны в таблице 54.

Таблица 54 — Общие сервисы объекта CompoNet Link

Код сервиса	Необходимость применения	Наименование сервиса	Описание
0 × 0E	Необходимо	Get_Attribute_Single	Возвращает содержимое указанного атрибута
0 × 10	Необходимо	Get_Attribute_Single	Используется для изменения атрибута объекта связи компонента

5.3.5.5.3 Специальные сервисы класса объекта

5.3.5.5.3.1 Общие положения

Экземпляр объекта CompoNet Link поддерживает специальные сервисы класса объектов, указанные в таблице 55.

Таблица 55 — Специальные сервисы класса объекта CompoNet Link

Код сервиса	Необходимость применения	Наименование сервиса	Описание
0 × 4B	Необходимо [a)]	Распределение	Запрос использования предопределенного набора соединений «мастер/ведомый»
0 × 4C	Необходимо [b)]	Сброс	Указывает, что указанное (ые) соединение (я) в предварительно определенном наборе соединений «мастер/ведомый» больше не требуется. Указанные соединения должны быть сброшены (удалены)

[a)] Требуется для ведомых устройств, необязательно для повторителей и не допускается для мастеров.

[b)] Необходимо, если поддерживается Allocate.

5.3.5.5.3.2 Распределение (код услуги 4BHex)

На рисунке 44 в поле служебных данных указан запрос на выделение.

Сдвиг бита	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Выбор распределения							
1	Зарезервировано							
2	Ожидаемая скорость передачи пакетов (L)							
3	Ожидаемая скорость передачи пакетов (H)							
4	Таймер явного сообщения (L)							
5	Таймер явного сообщения (H)							

Рисунок 44 — Данные сервиса запроса распределения

Выбор распределения: параметр «Выбор распределения» указывается в пределах одного октета, как показано в таблице 56. Каждый бит обозначает соединение, которое должно быть выделено. Если бит установлен на единицу (1), то делается запрос на выделение этого конкретного соединения. Если бит установлен на ноль (0), то запрашивающая сторона не хочет выделять это соединение.

Таблица 56 — Содержимое октета выбора распределения

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Описание	Зарезервировано						I/O	Зарезервировано

Когда ведомое устройство или повторитель получает запрос на выделение, они должны подтвердить, что для зарезервированных битов ничего не установлено. Сервер должен игнорировать любой запрос, отправленный с использованием зарезервированных битов, и возвращать ошибку.

Ожидаемая скорость передачи пакетов: этот параметр используется в качестве EPR для выделенных соединений. Значение определено в таблице 57.

Таблица 57 — Величина EPR

Величина	Описание
От 0 × 0000 до 0 × FFFF	0 × 0000 выбирает значение по умолчанию. При скорости передачи данных 93,75 кбит/с значение по умолчанию равно 162 мс. Для всех других скоростей передачи данных значение по умолчанию равно 50 мс. Разрешение 1 мс

Таймер явных сообщений: данное значение используется для переопределения таймера явных сообщений по умолчанию, определенного в 5.2.4.3. См. таблицу 58.

Таблица 58 — Время явного сообщения

Величина	Описание
От 0 × 0000 до 0 × FFFF	0 × 0000 выбирает значение по умолчанию. Разрешение в секундах

Параметры поля данных службы ответа об успешном выполнении: информация, показанная на рисунке 45, указана в поле данных службы успешного ответа на выделение.

Сдвиг бита	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Зарезервировано (00)							
1	Зарезервировано (00)							

Рисунок 45 — Данные сервиса ответа распределения

Поведение сервера, требуемого службой выделения: эта служба используется для распределения соединений, как описано в 5.3.4.4.4.2.

5.3.5.5.3.3 Сервис сброса (разблокировки, код сервиса $4C_{Hex}$)

Эта служба используется для сброса (разблокировки) указанных соединений внутри подчиненного устройства.

Параметры поля служебных данных запроса: информация, показанная на рисунке 46, указана в поле сервисных данных запроса на разблокировку (сброс).

Сдвиг бита	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Зарезервировано							

Рисунок 46 — Сервисные данные запроса на разблокировку (сброс)

Поле сервисных данных содержит информацию, показанную в таблице 59.

Таблица 59 — Параметры запроса набора соединения «ведущий/ведомый» для сброса

Наименование	Тип данных	Описание
Выбор сброса	Октет	Обозначает, какие соединения должны быть освобождены

Параметр Release Choice указывается в пределах одного октета, как показано в таблице 60. Каждый бит обозначает соединение (я), которое должно быть сброшено (разблокировано). Если бит установлен на единицу (1), то делается запрос на разблокирование этого конкретного соединения. Если бит установлен на ноль (0), то запрашивающая сторона не хочет освобождать это соединение.

Таблица 60 — Освобождение содержимого октета выбора

Величина	Описание
От 0 × 0000 до 0 × FFFF	0 × 0000 выбирает значение по умолчанию. Разрешение в секундах

Когда сервер получает запрос Release, он должен подтвердить, что для зарезервированных битов ничего не установлено. Сервер должен игнорировать любой запрос, отправленный с использованием зарезервированных битов, и возвращать ошибку. Значение 00 также недопустимо.

Параметры поля данных сервиса ответа об успешном завершении: нет.

5.3.5.5.4 Освобождение соединения «мастер/ведомый», установленного для требуемого поведения сервера

Данный сервис используется для освобождения (сброса) соединений, как описано в 5.3.4.4.

5.3.6 Объект повторителя CompoNet (идентификационный код класса $F8_{Hex}$)

5.3.6.1 Общие положения

Этот подпункт содержит описание объектов для объекта повторителя CompoNet.

5.3.6.2 Атрибуты класса повторителя

Атрибуты класса для объекта повторителя определены ниже в таблице 61.

Таблица 61 — Атрибут класса повторителя

Номер	Необходимость применения	Правило доступа	Наименование	Тип данных	Описание атрибута	Семантика значений
От 1 до 7	Эти атрибуты класса являются необязательными и описаны в IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.1.2)					

5.3.6.3 Сервис класса повторителя

Объект повторителя поддерживает сервисы класса, указанные в таблице 62.

Таблица 62 — Услуги класса повторителя

Код сервиса	Необходимость применения	Наименование сервиса	Описание
0 × 0E	При условии [a)]	Получить атрибут Single	Используется для чтения атрибута объекта повторителя
[a)] Требуется, если поддерживаются какие-либо атрибуты класса.			

5.3.6.4 Атрибуты экземпляра

5.3.6.4.1 Общие положения

Атрибуты экземпляра объекта повторителя описаны в таблице 63.

Таблица 63 — Атрибуты экземпляра класса повторителя

№ атрибута	Необходимость в реализации	Правило доступа	NV	Наименование	Тип данных	Описание	Семантика величины
1	Требуется	Выполнять	V	MAC ID	UINT		Единица: 100 мВ
2	Требуется	Выполнять	V	Скорость обработки данных	UINT		
3	Требуется	Выполнять		Резерв	UINT		
4	Требуется	Установить	NV	Резерв	UINT		
5	Требуется	Выполнять	V	Выбор распределения	BOOL		5.3.5.4.6
NV — энергонезависимое хранение; V — энергозависимая память.							

5.3.6.4.2 Напряжение сети ведомого порта

Этот атрибут должен правильно отражать напряжение, подаваемое на ведомый порт, по крайней мере от 0 до 28 В постоянного тока. Разрешение этого атрибута составляет 100 мВ. Если напряжение превышает пределы измерения, то должны использоваться предельные значения.

5.3.6.4.3 Максимальное напряжение сети ведомого порта

Максимальное напряжение ведомого порта, обнаруженное с момента сброса. Разрешение этого атрибута составляет 100 мВ.

5.3.6.4.4 Минимальное напряжение сети ведомого порта

Минимальное напряжение подчиненного порта, обнаруженное с момента сброса. Разрешение этого атрибута составляет 100 мВ.

5.3.6.4.5 Пороговое значение сетевого напряжения ведомого порта

Разрешение этого атрибута составляет 100 мВ. Значение по умолчанию — 140. Если атрибут 1 ниже этого порога, то узел должен сообщить об этой ситуации мастеру, установив бит предупреждения (B0 состояния) во фрейме CN. Если это не единственная причина для бита предупреждения, то поставщик должен предоставить информацию о значении бита предупреждения.

5.3.6.4.6 Включение/выключение сетевого питания порта мастера

Этот атрибут становится равным 1, когда напряжение превышает 21 В. Он равен 0, когда напряжение меньше 3 В, и равен 1 или 0, когда напряжение находится в диапазоне от 3 до 21 В. Допустимы только значения 0 и 1.

5.3.6.5 Сервисы экземпляров

В этом подпункте описываются общие сервисы, поддерживаемые объектом повторителя.

Общие сервисы определены в таблице 64.

Таблица 64 — Общая служба повторителя

Код	Сервис	Описание
0 × 05	Перезапуск	Используется для сброса атрибута объекта повторителя
0 × 0E	Get_Attribute_Single	Используется для чтения атрибута объекта повторителя
0 × 10	Set_Attribute_Single	Используется для изменения атрибута объекта повторителя

Параметры сервиса сброса определены на рисунке 47.

Сдвиг слова	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
n	Код сервиса (0x05)								ID класса (0xF8)							
n+1	ID экземпляра (0x01)								№ атрибута							

Рисунок 47 — Сброс сервисного параметра

Атрибуты, поддерживающие службу сброса, перечислены в таблице 65.

Таблица 65 — Сброс (перезапуск) атрибутов

№ атрибута	Наименование
2	Максимальное напряжение сети ведомого порта
3	Минимальное напряжение питания сети ведомого порта

5.4 Конечный автомат доступа к сети

5.4.1 Общие положения

Данный подпункт определяет конечный автомат доступа к сети, который должен быть реализован в каждом изделии. Конечный автомат доступа к сети описывает следующее:

- сетевые события, влияющие на способность изделия обмениваться данными;
- задачи, которые выполняются до общения.

5.4.2 События доступа к сети

Конечный автомат доступа к сети использует STR и STW B_EVENT. Ниже приводится их краткое описание:

STR: используя фрейм B_EVENT, мастер может выполнить операцию чтения состояния, чтобы получить информацию от ведомого устройства или повторителя. Информация о состоянии включает в себя:

- VendorID: идентификатор поставщика CompoNet, присвоенный ODVA;
- SerialNumber: уникальный номер устройства, управляемый поставщиком;
- RepeaterMode: верно/неверно, чтобы указать, является ли это повторителем или ведомым;
- InloModeStatus: статус и длина входных данных;
- OutloModeStatus: статус и длина выходных данных;
- GateCount: количество повторителей между данным узлом и мастером. Это приходит из фрейма BEACON;
- LastRepeaterNodeAddress: адрес ближайшего повторителя. Это приходит из фрейма BEACON.

STW: используя фрейм B_EVENT, мастер может установить параметры подчиненного устройства или повторителя с помощью операции записи состояния. Параметры включают в себя:

- VendorID: идентификатор поставщика CompoNet, присвоенный ODVA;
- SerialNumber: уникальный номер устройства, управляемый поставщиком;
- CnTimeDomain: время начала передачи CN после фрейма OUT/TRG;
- InTimeDomain: время начала передачи IN после фрейма OUT/TRG;
- CnFrameAddressMask: указывает, каким ведомым устройствам разрешено отправлять фрейм CN в текущем цикле связи;
- OutBlockPointer: от 0 до 79. Это указывает, где во фрейме OUT выходные ведомые устройства получают свои данные;
- Запуск: разрешение на выполнение обычных онлайн-операций (участие/неучастие);
- UnRegistrant: разрешение на обнаружение повторяющихся адресов;
- EventOnly: специальное онлайн-состояние, используемое для настройки, параметризации, исследования и т. д. (см. рисунок 50).

Следующие события определяют переходы, происходящие при обработке конечного автомата доступа к сети:

BEACON_OK: был получен фрейм BEACON с действительной CRC и кодом скорости, который соответствует текущей настройке скорости.

Тайм-аут сети: ведомое устройство или повторитель контролирует сетевое соединение с помощью сетевого сторожевого таймера. В состоянии «Не участвует» получение любого правильного фрейма повторно запускает сторожевой таймер и предотвращает тайм-аут. В состоянии «Участие» должен быть получен фрейм OUT или TRG. Таймер также перезапускается при переходе из состояния «Участие» в состояние «Отсутствие участия» из-за события тайм-аута сети. Значение времени ожидания сетевого сторожевого таймера определяется скоростью передачи данных (см. таблицу 66).

Таблица 66 — Скорость передачи данных и периоды контроля сети

Скорость передачи данных	Сторожевой таймер сети
4, 3, 1,5 Мбит/с	200 мс
93,75 кбит/с	650 мс

Переполнение счетчика CN: счетчик фреймов CN действителен, если узел находится в состоянии «Не участвует» с «UnRegistrant = 0». Он увеличивается на 1, когда отвечает ведущему фреймом CN. Если значение достигает 16, то узел переходит в состояние сбоя связи. Счетчик CN сбрасывается на 0, когда узел переходит в автономное состояние.

Существует несколько операций STW в зависимости от настроек параметров в поле данных:

- STW_Dup: STW, VendorID или SerialNumber которого отличаются от собственных значений узла;
- STW_Run: STW с «Running = 1», VendorID и SerialNumber которого соответствуют значениям узла;

- STW_Run Online: если «EventOnly = 0»;
- STW_Run EventOnly: если «EventOnly = 1»;
- STW_Standby: STW с «Running = 0», VendorID и SerialNumber которого соответствуют значениям узла; переводит узел в состояние «Не участвует»;
- STW_Standby Offline: если «UnRegistrant = 0»;
- STW_Standby заблокировано: если «UnRegistrant = 1».

Подсостояния Online и EventOnly не могут напрямую переходить друг в друга. STW с параметрами Run = 1 и EventOnly = 1 для узла, находящегося в сети, переводит узел в режим Offline. STW с Run = 1 и EventOnly = 0 для узла в EventOnly должен игнорироваться.

Внимание! Переход состояния ведомого должен быть выполнен в течение 500 мкс после завершения приема STW. Ведущее устройство должно допускать 500 мкс для перехода в ведомое состояние после передачи STW.

5.4.3 Диаграмма перехода состояний

Обзор доступа к сети представлен в таблице 67 и на рисунках 48—50.

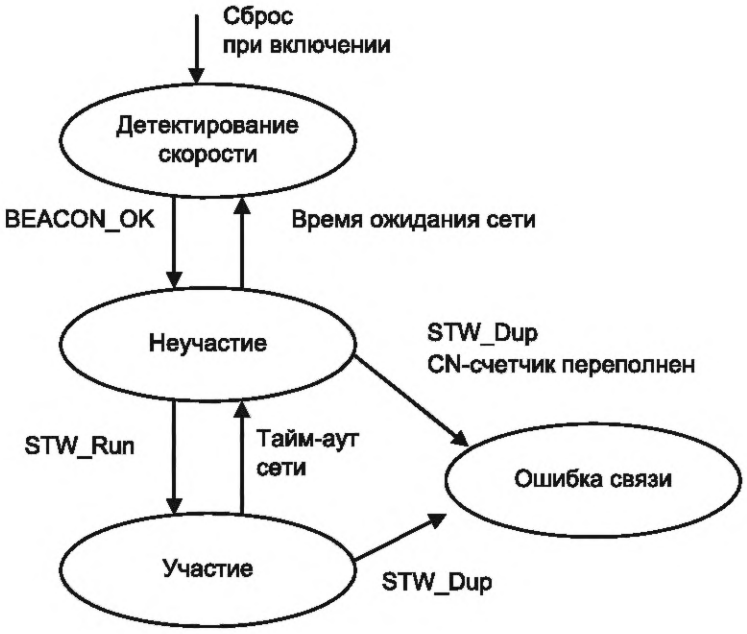


Рисунок 48 — Диаграмма перехода состояний

Таблица 67 — Описание конечного автомата

Состояние		Описание	Возможные операции
Определение скорости		Инициализация и определение скорости передачи данных	Обнаружение скорости передачи данных
Неучастие	Не в сети	Ожидание разрешения на участие от мастера	Возможны STatus-Read (STR) и STatus-Write (STW). Возможен неучаствующий фрейм CN. Параметры связи устанавливаются мастером STW
	Заблокировано	Отказано в разрешении на участие от мастера	STR или STW. Неучастие CN

Окончание таблицы 67

Состояние		Описание	Возможные операции
Участие	В сети	Участие во всех сетевых коммуникациях	Все сетевые операции
	EventOnly	Участие только в сообщениях о событиях	Коммуникации событий
Ошибка связи		Обнаружен дублирующийся сбой MAC ID	Ошибка связи CN-фрейма

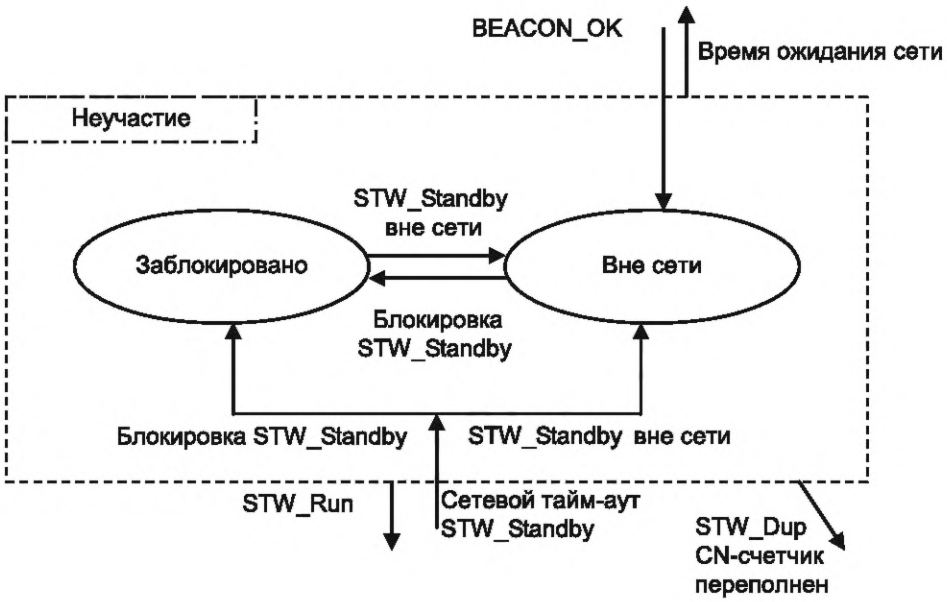


Рисунок 49 — Подсостояние состояния неучастия

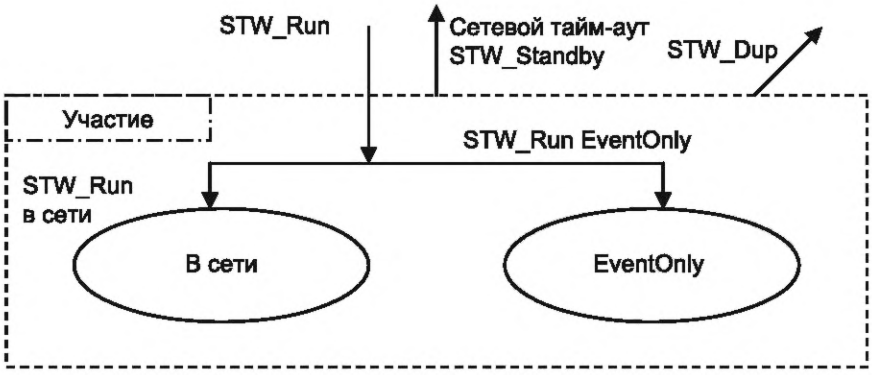


Рисунок 50 — Подсостояние состояния участия

Заблокированное состояние: узлы, не настроенные мастером, в конечном итоге переходят в состояние сбоя связи. Мастер может предотвратить это, позволив этим узлам перейти в состояние Locked («Заблокировано»). Состояние «Заблокировано» имеет тот же шаблон светодиодной индикации, что и состояние «Отключено» («Offline»).

Состояние EventOnly (только событие): ведомое устройство в состоянии EventOnly (только событие) игнорирует данные во фрейме OUT/TRG и не отвечает фреймом IN. Однако он может обраба-

тывать явные сообщения. Это поведение можно использовать для некоторых приложений. Например, неисправный узел ввода-вывода можно заменить в оперативном режиме резервным универсальным узлом ввода-вывода, если универсальный ввод-вывод имеет другую длину данных по умолчанию и длину данных можно изменить с помощью явных сообщений. Состояние EventOnly (только событие) имеет тот же шаблон светодиодной индикации, что и состояние Online (онлайн).

5.4.4 Автоматическое определение скорости передачи данных

Автоматическое определение скорости передачи данных показано на рисунке 51.

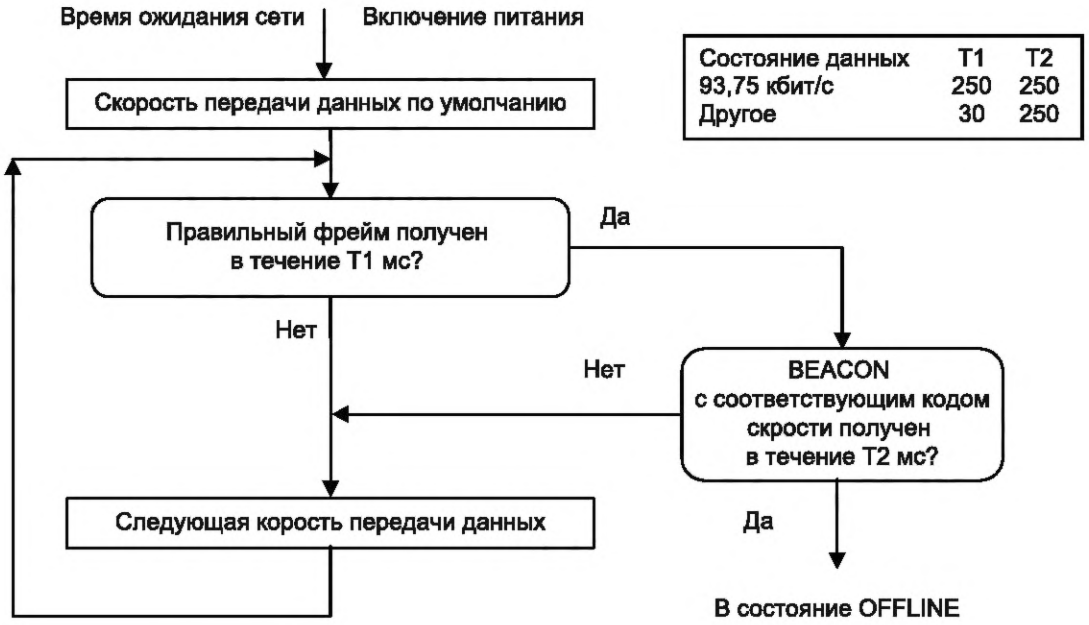


Рисунок 51 — Диаграмма определения скорости передачи данных

Параметр кода скорости BEACON должен игнорироваться во всех состояниях, кроме состояния определения скорости.

5.4.5 Обнаружение дублирующего MAC ID

Существуют три способа обнаружения дублирующего MAC ID — обнаружение мастера, ведомого, повторители и события STW.

Процесс начинается, когда мастер отправляет запросы фрейма CN для сбора информации из сети. По ответам мастер может определить, есть ли какое-либо перекрытие в области I/O-данных. Некоторым модулям требуется занимать несколько MAC ID из-за размера их данных. Например, битовое ведомое устройство с MAC ID 128 с 4 битами входных данных также должно потреблять MAC ID 129. Однако устройство сообщает свой MAC ID с номером 128 в своем ответе на фрейм CN. Если другой узел отправляет ответ фрейма CN, используя MAC ID 129, то мастер идентифицирует этот узел как дублирующийся MAC ID.

Мастер может реализовать дополнительные условия перекрытия данных, чтобы перевести узел в состояние сбоя связи.

Если существует несколько узлов с одним и тем же MAC ID, то существует вероятность того, что мастер не сможет успешно получать фреймы CN от любых узлов из-за конфликта данных. Мастер продолжает запрашивать фреймы CN от этих устройств. Если коллизии продолжат происходить, то счетчик фреймов CN для узлов превысит свой максимум (15). Затем узел идентифицирует себя как дублирующий узел MAC ID.

Если коллизии данных не происходит и мастер получает ответ фрейма CN, то мастер должен выдать STR для получения VendorID и SerialNumber узла. Если еще раз несколько узлов используют этот MAC ID, а попытки STR не увенчались успехом, то счетчик фреймов CN узла в конечном итоге превысит максимальное значение. Если STR прошел успешно, то условие будет обнаружено, когда мастер попытается настроить узел с помощью STW, отправив STW на MAC ID, используя VendorID и SerialNumber, которые он получил в ответе STR. Все устройства, использующие этот MAC ID, получат

этот STW, и все, кроме одного, будут идентифицировать себя как узлы с дублирующими MAC ID из-за несоответствия идентификационной информации (см. таблицу 68).

Таблица 68 — Механизм обнаружения повторяющихся идентификаторов MAC

Обнаруживается мастером	Мастер обнаруживает перекрытие в области данных ввода-вывода. Мастер переводит узел в состояние сбоя связи, используя STW с известным неверным номером VendorID «0 × FFFF» (STW_Dup)
Обнаруживается ведомым или самим повторителем	Если STW не выполняется после получения указанного количества запросов CN-фрейма для узла, находящегося в состоянии неучастия, то счетчик CN-узла переполняется и переходит в состояние сбоя связи. Ограничение счетчика CN равно 15. Мастер может обнаружить узел в состоянии сбоя связи, отправив запрос CN-фрейма на дублированный адрес с использованием фрейма TRG или OUT
Обнаруживается STW	Если мастер может получить правильные ответы CN и STR от одного из узлов, использующих дублированный адрес, то он отправляет STW на этот MAC ID. Другие устройства, использующие данный MAC ID, переходят в состояние сбоя связи после получения STW, содержащего неправильный VendorID или SerialNumber. Мастер может обнаружить узел в состоянии сбоя связи, отправив запрос CN-фрейма на дублированный адрес с использованием фрейма TRG или OUT

5.4.6 Поведение повторителя

Повторители должны прекратить повторение или пересылку фреймов, если во фрейме обнаружена какая-либо ошибка, т. е. CRC-ошибка.

Повторитель непрозрачен для всех фреймов. Следует обратиться к таблице 69, чтобы определить, какие фреймы повторяются.

Если значение счетчика шлюзов в BECON меньше 2, то повторитель заменяет «Последний адрес повторителя» своим собственным адресом и увеличивает счетчик шлюзов (Gate Count) в BECON на единицу. Пересчитанная CRC охватывает изменения. Если значение Gate Count равно 2, то BEACON не повторяется (см. рисунок 52).

Таблица 69 — Повторяющиеся направления фреймов

Направление	Тип кадра	Повторяющееся действие	Примечания
Downstream	OUT_frame	Да	Повторить при получении
	TRG_frame	Да	Повторить при получении
	A_EVENT	Да	Повторить при получении [a)]
	B_EVENT	Да	Повторить при получении [a)]
	CN_frame	Нет	
	IN_frame	Нет	
	BEACON_frame	Да	Принимать, изменять и передавать
Upstream	OUT_frame	Нет	
	TRG_frame	Нет	
	A_EVENT	Да	Повторить при получении
	B_EVENT	Да	Повторить при получении
	CN_frame	Да	Повторить при получении
	IN_frame	Да	Повторить при получении
	BEACON_frame	Нет	
[a)] Повторение должно быть остановлено, если сообщение предназначено этому повторителю.			

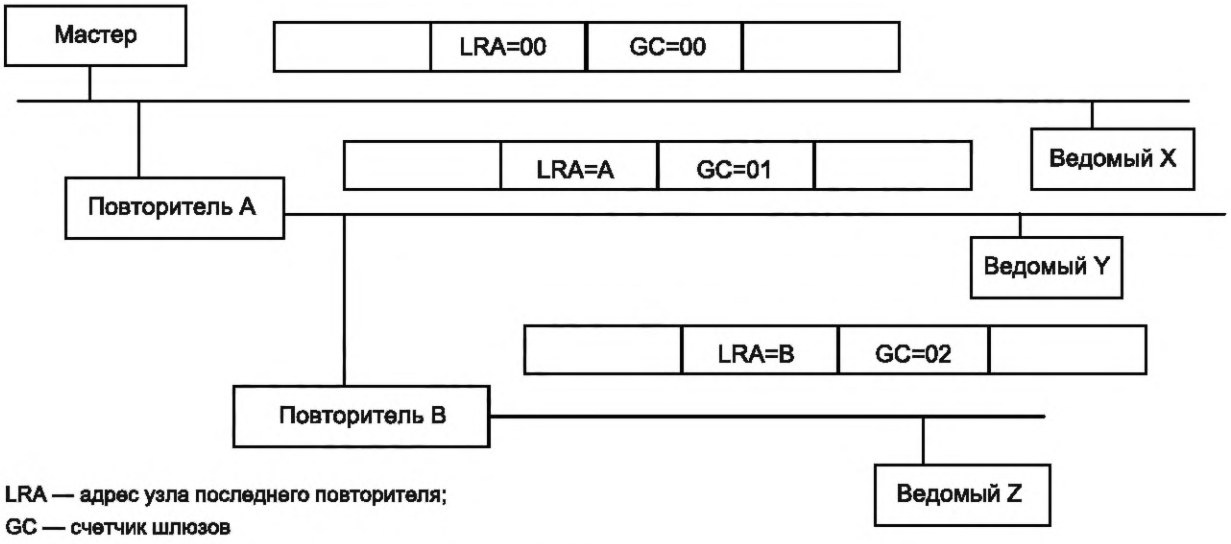


Рисунок 52 — BEACON, измененный повторителями

5.5 Разъем ввода/вывода

CompoNent поддерживает только одноадресные входные и многоадресные выходные I/O-соединения. Соединения ввода-вывода не поддерживают фрагментацию (см. рисунок 53).

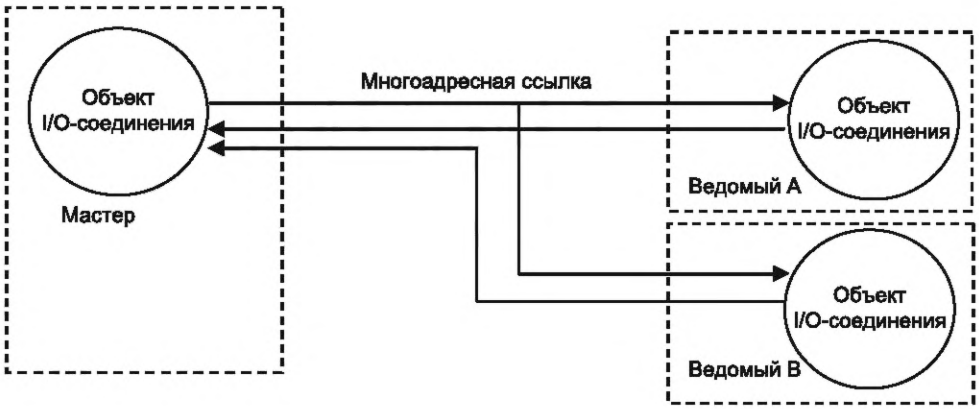


Рисунок 53 — Соединения многоадресного ввода/вывода

Мастер использует фрейм OUT для отправки выходных данных потребляющим ведомым устройствам. Максимальный размер выходных данных для мастера составляет 1280 бит. Создающие ведомые устройства передают входные данные мастеру с помощью фрейма IN (см. 5.2.2.1 и 5.2.2.4 для форматов фреймов и 5.1.3 для шаблона связи).

5.6 TDMA

5.6.1 Общие положения

В этом подпункте определяются спецификации синхронизации.

5.6.2 Временные характеристики линии передачи данных

5.6.2.1 Определение термина

Для описания временных характеристик используются следующие термины:

- задержка приема: время от завершения фрейма до того, как фрейм будет правильно декодирован MAC и указан;
- задержка передачи: время от начала передачи фрейма верхним уровнем в MAC до момента отправки полного фрейма в физический канал.

5.6.2.2 Основные функции синхронизации

На время обработки в мастере влияют MAC и физическая схема, как показано на рисунке 54. Мастер должен соответствовать временным параметрам, показанным в таблице 70.

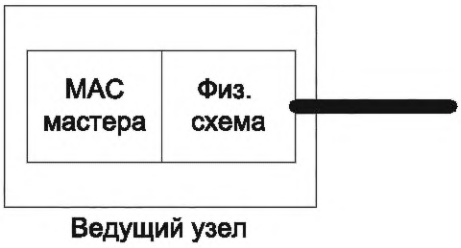


Рисунок 54 — Схема MAC мастера и физической схемы

Таблица 70 — Основные функции синхронизации

Направление	Слой	Конкретизация	MIN	MAX
Отправка и получение	MAC мастера	MAC конкретизация	26 меток	30 меток
Отправка	Физическая схема	Физическая задержка передачи [a)]	0 нс	45 нс
Получение	Физическая схема	Физическая задержка получения [a)]	0 нс	105 нс
Отправка и получение	Физическая схема	Задержка физической схемы	0 нс	150 нс
[a)] См. 5.7.3.5.				

На основании таблицы 70 получаются следующие значения времени:

- фиксированная задержка ведущего устройства: 26 меток;
- максимальная переменная задержка ведущего устройства (флуктуационная задержка ведущего устройства): 4 метки + 150 нс.

5.6.2.3 Функции синхронизации ведомого устройства

На время обработки в ведомом устройстве влияют MAC и физическая схема, как показано на рисунке 55. Ведомое устройство должно соответствовать временным параметрам, показанным в таблице 71.

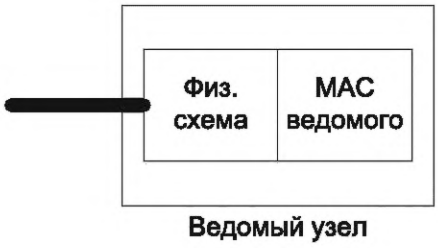


Рисунок 55 — MAC ведомого и физическая принципиальная схема

Таблица 71 — Временные характеристики ведомого устройства

Направление	Слой	Конкретизация	MIN	MAX
Отправка и получение	MAC ведомого	Задержка MAC для фреймов, кроме кадров EVENT	26 меток	29 меток
Отправка и получение	MAC ведомого	Задержка MAC для фреймов EVENT, кроме фреймов STW	25 меток	27 меток

Окончание таблицы 71

Направление	Слой	Конкретизация	MIN	MAX
Отправка и получение	MAC ведомого	Задержка MAC для кадров STW	30 меток	32 метки
Отправка	Физическая схема	Задержка передачи по физической схеме	0 нс	45 нс
Получение	Физическая схема	Задержка получения по физической схеме [a)]	0 нс	105 нс
Отправка и получение	Физическая схема	Задержка физической схемы	0 нс	150 нс

[a)] См. 5.7.4.5.

На основании таблицы 71 получаются следующие значения времени:

- фиксированная задержка ведомого устройства (фиксированная задержка ведомого устройства для фреймов OUT, BEACON, CN, IN): 26 меток;
- максимальная переменная задержка ведомого устройства (флуктуационная задержка ведомого устройства для фреймов OUT, BEACON, CN, IN): 3 метки + 150 нс;
- фиксированная задержка события ведомого устройства (фиксированная задержка ведомого устройства для фреймов A_EVENT и B_EVENT, кроме фреймов STW): 25 меток;
- максимальная переменная задержка события ведомого устройства (задержка колебания ведомого устройства для фреймов A_EVENT и B_EVENT, кроме фреймов STW): 2 метки + 150 нс;
- фиксированная задержка STW ведомого устройства (фиксированная задержка ведомого устройства для STW): 30 меток;
- максимальная переменная задержка STW ведомого устройства (флуктуационная задержка ведомого устройства для STW): 2 метки + 150 нс.

5.6.2.4 Функции синхронизации повторителя

Время обработки в повторителе зависит от уровня MAC и физической схемы, как показано на рисунке 56. Повторитель должен соответствовать временным параметрам, показанным в таблице 72.



Рисунок 56 — Диаграмма MAC повторителя и физической схемы

Таблица 72 — Временные характеристики повторителя

Направление	Слой	Конкретизация	MIN	MAX
Ретрансляция	MAC ведомого	Задержка MAC для фреймов, кроме кадров EVENT	22 метки	35 меток
	Физическая схема	Физическая схема повторяет задержку	0 нс	150 нс
Отправка	Физическая схема	Физическая схема	0 нс	45 нс
Получение	Физическая схема	Физическая схема получает задержку	0 нс	105 нс

Окончание таблицы 72

Направление	Слой	Конкретизация	MIN	MAX
Получение и отправка	MAC ведомого (порт ведомого)	Задержка MAC для фреймов, кроме фреймов EVENT	См. таблицу 71	
Получение и отправка	MAC ведомого (порт ведомого)	Задержка MAC для фреймов EVENT, кроме фреймов STW		
Получение и отправка	MAC ведомого (порт ведомого)	Задержка MAC для кадров STW		
Получение и отправка	Физическая схема (порт ведомого)	Задержка физической схемы		

На основании таблицы 72 получаются следующие временные промежутки:

- фиксированная задержка ретрансляции (фиксированная задержка повторения): 32 метки;
- максимальная переменная задержка ретрансляции (флуктуационная задержка при ретрансляции): 3 метки + 150 нс.

5.6.2.5 Задержка распространения по кабелю

Используемый кабель должен соответствовать временным параметрам, указанным в таблице 73.

Таблица 73 — Задержка распространения по кабелю

Описание	Минимум	Максимум
Задержка распространения по кабелю	0 нс/бит	8 нс/бит

На основании таблицы 73 получаются следующие результаты по времени задержки:

максимальная общая задержка по кабелю равна 8 нс/м, умноженная на максимальную длину кабеля, где максимальная длина кабеля определена в таблице 74.

Таблица 74 — Максимальная длина кабеля

Скорость передачи данных	Длина по спецификации, м	Расчетная длина, м
4 Мбит/с	30	30
3 Мбит/с	30,5	31
1,5 Мбит/с	100	203
93,75 кбит/с	506	506

5.6.2.6 Процесс передачи

На рисунке 57 показан процесс передачи.

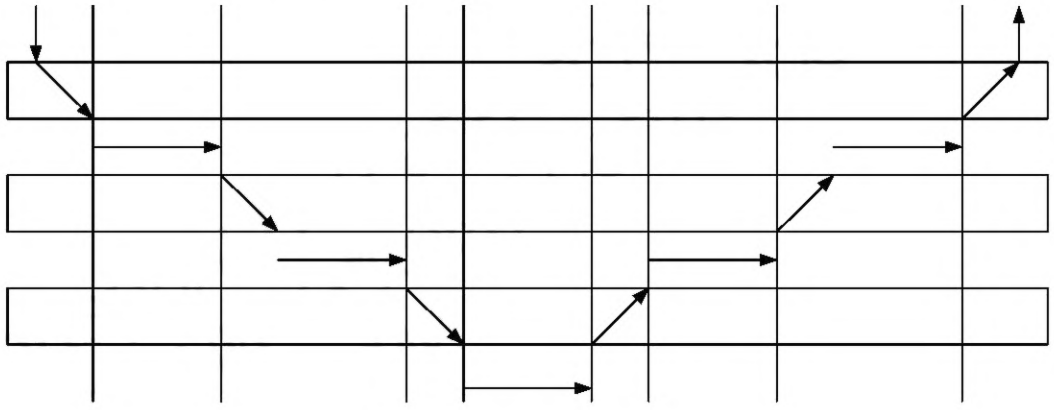


Рисунок 57 — Процесс передачи

5.6.3 Расчет временной области

5.6.3.1 Определение термина

Параметры, используемые для расчета во временной области, показаны в таблице 75.

Таблица 75 — Параметры расчета TimeDomain

Параметры	Определение	Значение
Эффективность	Эффективность манчестерского преобразования, 1 бит = 2 метки	2
Изменение частоты	± 500 миллионных долей	1001/1000
Фиксированная задержка повторителя	Фиксированная задержка повторителя	32 метки
Фиксированная задержка	= (фиксированная задержка ведущего) + (максимальная переменная задержка ведущего) + (фиксированная задержка ведомого)	56 меток + 150 нс
Задержка колебания	= (максимальная переменная задержка подчиненного устройства) + [(максимальная общая задержка кабеля) × 6] + [(максимальная переменная задержка повторения) × 4]	750 нс + [(*максимальная общая задержка кабеля*) × 6] нс + + 15 меток
Коррекция поля	Предел отклонения частоты кадра IN/CN, не более: 0,57 метки Запас частотного расчета для каждой позиции фрейма Макс.: 0,07 метки Итого = 0,57 + 0,07 = 0,64 метки	1 метка

5.6.3.2 Метки фреймов

Метки фреймов указаны в таблице 76.

Таблица 76 — Метки фреймов

Фрейм	Стандартные метки
BEACON	(5 + 5 + 2 + 3 + 6 + 2 + 8) × 2 = 62 метки
OUT	(5 + 7 + 9 + 7 + Nwo × 16 + ((Nbo + 7) / 8) × 16 + 16) × 2 = = 88 + (Nwo + ((Nbo + 7) / 8)) × 32 метки
TRG	(5 + 7 + 9 + 8) × 2 = 58 меток
CN (CN_Std_Marks)	(5 + 4 + 9 + 4) × 2 = 60 меток
WordIN (WordIN_Std_Marks)	(5 + 2 + 9 + 5 + 16 + 8) × 2 = 90 меток
BitIN (BitIN_Std_Marks)	(5 + 2 + 9 + 5 + 2 + 8) × 2 = 62 метки
EVENT	(5 + 6 + 9 + 9 + 5 + Ned × 8 + 16) × 2 =100 + Ned × 16 меток
Примечание 1 — Nwo — общее количество слов в ведомом словарном выходе. Примечание 2 — Nbo — общее количество узлов в ведомых устройствах с битовым выходом. Примечание 3 — Ned — это длина данных события фрейма EVENT в октетах.	

5.6.3.3 Временные интервалы CN и In (CN Time Domain и In Time Domain)

Модель цикла передачи показана на рисунке 58. В этой модели необходимо умножить изменение частоты в каждой позиции фрейма.

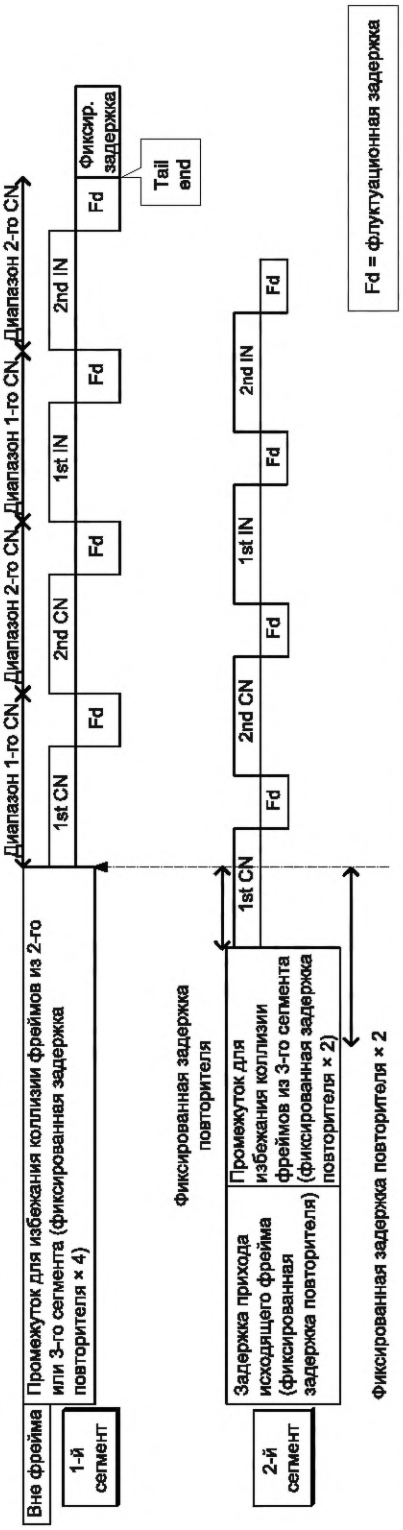


Рисунок 58 — Модель цикла передачи

После включения питания или физического сброса ведомые устройства и повторители узнают, к каким слоям сегмента они подключены, по значению «Gate Count» полученных сигналов BEACON. Временная область CN по умолчанию обсуждается в 5.6.3.4.

Мастер в сети может изменить количество фреймов CN в цикле шины в соответствии со своей собственной политикой расписания. Мастер вычисляет синхронизацию всех остальных узлов и отправляет ее ведомым и повторителям с помощью STW. В таблицах 77 и 78 показано, как информативно вычислять CN Time Domain и In Time Domain.

Таблица 77 — Настройки TimeDomain для узлов на уровне 1-го сегмента

Установка	Временная область на уровне 1-го сегмента
CN#0	'Repeater Fixed delay' × 4
CN#1	(CN#0+CN_Std_Marks +' Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
CN#(cn_last)	(CN#(cn_last-1) + CN_Std_Marks +'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
WordIN#0	(CN#(cn_last) + CN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
WordIN#(win_last)	(WordIN#(win_last-1) + WordIN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
BitIN#0	< When WordIN exists > (WordIN#(win_last) + WordIN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation' < When WordIN doesn't exist > (CN#(cn_last) + CN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
BitIN#(bin_last)	(BitIN#(bin_last-1) + BitIN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
Конечный узел	< When WordIN exists in the end > (WordIN#(win_last) + WordIN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation' < When BitIN exists in the end > (BitIN#(win_last) + BitIN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation' < When both WordIN/BitIN doesn't exist in the end > (CN#(cn_last) + CN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'

Таблица 78 — Настройки TimeDomain для узлов на 2-м и 3-м сегментных слоях

Установка	TimeDomain на уровне 2-го сегмента	TimeDomain на уровне 3-го сегмента
CN#n	CN#n(1st segment) — RFD × 2	CN#n(1st segment) — RFD × 4
IN#n	WordIN#n(1st segment) — × 2	WordIN#n(1st segment) — RFD × 4
BitI N#n	BitIN#n(1 st segment) — RFD × 2	BitIN#n(1 st segment) — RFD × 4
Примечание — RFD-повторитель с фиксированной задержкой.		

5.6.3.4 CnDefaultTimeDomain

Рисунок 59 показывает модель цикла CnDefaultTimeDomain.

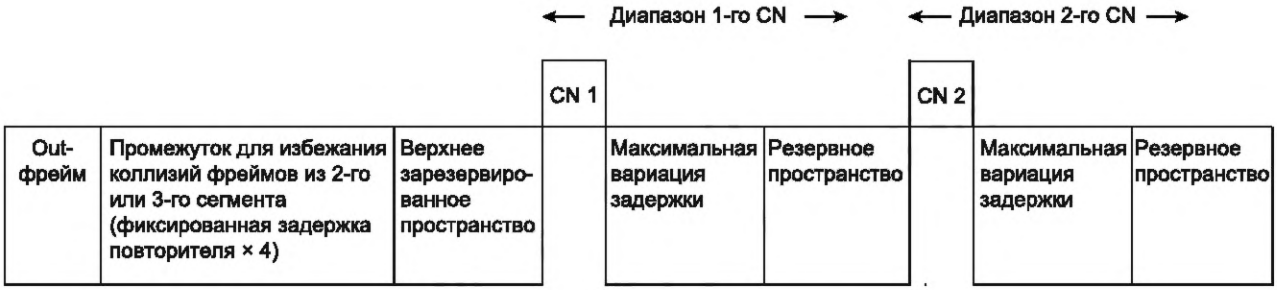


Рисунок 59 — Модель цикла CnDefaultTimeDomain

Чтобы дать безопасный запас, т. е. зарезервированное пространство, 1 метка была вставлена до и после задержки повторителя MAC, когда CnDefaultTimeDomain вычислялся для повторителя.

Таблица 79 — Задержка повторителя для вычисления CnDefaultTimeDomain

Направление	Слой	Детализация	MIN	MAX
Ретрансляция	MAC ведомого	Задержка MAC-повторителя	32 метки	36 меток
	Физический уровень	Задержка повторителя физического уровня	0 нс	150 нс

На основании таблицы 79 время из таблицы 80 можно использовать, чтобы получить:

- измененный максимум переменной задержки повторения (флуктуационная задержка повторения): 4 метки + 150 нс.

Таблица 80 — Параметры для расчета CnDefaultTimeDomain

Параметр	Описание	Значение
Эффективность	Коэффициент преобразования Манчестера 1 бит = 2 метки	2
Изменение частоты	± 500 миллионных долей	1001/1000
Фиксированная задержка повторителя	Фиксированная задержка повторителя = 32 метки	32 метки
Верхнее зарезервированное пространство	Зарезервированное пространство	26 меток
Зарезервированное пространство	Зарезервированное пространство	4 Мбит/с: 18 меток 3 Мбит/с: 19 меток 1,5 Мбит/с: 21 метка 93,75 кбит/с: 23 метки
Вариация максимальной задержки	(Max of slave's Variable Delay) + [(Total Cable Delay Max) × 6] + [(Modified Max of Variable Repeating Delay) × 4] + (Margin correction) 4 Мбит/с:750/125 + 20 + [(8 × 30)/125] × 6 = 38 меток 3 Мбит/с: 750/166 + 20 + [(8 × 31)/166] × 6 = 37 меток 1,5 Мбит/с:750/333 + 20 + [(8 × 203)/333] × 6 = 53 метки 93,75 кбит/с: 750/5 347 + 20 + [(8 × 506)/5 347] × 6 = 27 меток	4 Мбит/с: 38 меток 3 Мбит/с 37 меток 1,5 Мбит/с: 53 метки 93,75 кбит/с: 27 меток

Примечание

125 нс — длина одной метки при скорости 4 Мбит/с.

166 нс — длина одной метки при скорости 3 Мбит/с.

333 нс — длина одной метки при скорости 1,5 Мбит/с.

5347 нс — длина одной метки при скорости 93,75 кбит/с.

Все ведомые устройства или повторители должны использовать значения CnDefaultTimeDomain, рассчитанные методом, показанным в таблицах 81 и 82. Округленные значения представлены в приложении G.

Таблица 81 — Настройки уровня первого сегмента

Установка	Временная область на уровне 1-го сегмента	Установка
CN#0	(Фиксированная задержка повторителя) × 4 + верхнее зарезервированное пространство	CN#0
CN#1	(CN#0 + CN_Std_Marks + «Зарезервированное пространство» + «Максимальное изменение задержки») × изменение частоты	CN#1
CN#(cn_last)	[CN#(cn_last-1) + CN_Std_Marks + «Зарезервированное пространство» + + «Максимальное изменение задержки»] × «Изменение частоты»	CN#(cn_last)

Таблица 82 — Настройки для слоев 2-го и 3-го сегментов

Установка	Временная область на уровне 2-го сегмента	Временная область на уровне 3-го сегмента
CN#0	CN#n(1-й сегмент) — RFD × 2	CN#n(1-й сегмент) — RFD × 4
Примечание — RFD означает фиксированную задержку повторителя.		

5.6.3.5 Временная область события

В данном подпункте показано, как информативно рассчитать время для связи по событию. Модель мастера показана на рисунке 60.



Рисунок 60 — Модель передачи главного события

Длина временного интервала события рассчитывается по приведенной ниже формуле с применением параметров, приведенных в таблице 83.

«Задержка передачи ведущего»
+ «Длина ЗАПРОСА СОБЫТИЯ» × «Изменение частоты»
+ «Фиксированная задержка повторителя» × 2 + «Задержка приема ведомого устройства»
+ «Длина ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СОБЫТИЯ» × «Изменение частоты»
+ «Задержка отправки ведомого»
+ «Фиксированная задержка повторителя» × 2 + «Задержка колебания передачи»
+ «Задержка приема ведущего»

Для повторителя или ведомого устройства на рисунке 61 информативно показана модель связи по событию.



Рисунок 61 — Модель передачи событий ведомому устройству

Длина временного интервала события рассчитывается по следующей формуле и параметрам, показанным в таблице 83.

«Задержка передачи ведущего»
+ «Длина опроса» × «Изменение частоты»
+ «Фиксированная задержка повторителя» × 2 + «Задержка приема ведомого устройства»
+ «Длина ЗАПРОСА СОБЫТИЯ» × «Изменение частоты»
+ «Задержка отправки ведомого»
+ «Фиксированная задержка повторителя» × 2 + «Задержка колебания передачи»
+ «Задержка приема ведущего»

Таблица 83 — Параметры для расчета временной области события

Параметр	Значение
Задержка передачи мастера	'Master's Send Delay'+ 'Master's Receive Delay' = «Фиксированная задержка ведущего» + «Максимальная переменная задержка ведущего» = 30 меток + 150 нс (см. таблицу 70)
Задержка приема мастера	
Задержка приема ведомого	'Slave's Receive Delay'+ 'Slave's Send Delay': EVENT-фрейм, за исключением STW: 27 меток + 150 нс Фреймы B_EVENT STW: 32 метки + 150 нс (см. таблицу 71)
Задержка передачи ведомого	
Длина EVENT REQ	STR-запрос: 132 метки STW-запрос: 420 меток A_EVENT: 804 метки (максимум) (см. 5.2)
Длина опроса POLL	POLL: 132 метки (см. 5.2)
Длина EVENT ACK	STR-ответ: 388 меток STW-ответ: 132 метки A EVENT ACK: 100 меток (см. 5.2)
Фиксированная задержка повторителя	Фиксированная задержка повторителя: 32 метки (см. таблицу 72)
Задержка колебания передачи	«Максимальная общая задержка кабеля» × 6 + «Максимальная переменная задержка повторения» × 4 = 600 нс + («Максимальная общая задержка кабеля» × 6) нс + 12 меток
Изменение частоты	1001/1000 (см. таблицу 75)

5.7 Физический уровень

5.7.1 Общие положения

В данном подпункте определяется физический уровень.

5.7.2 Физическая сигнализация

CompoNet использует технологию манчестерского кодирования. Два символа представляют один инвертированный бит манчестерского кодирования (см. рисунок 62 и таблицу 84).

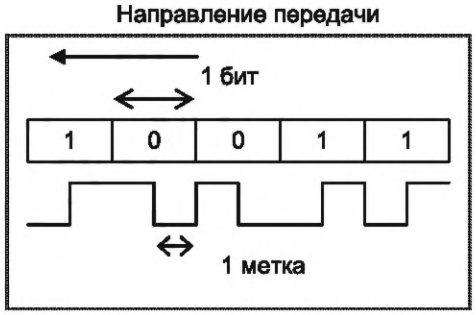


Рисунок 62 — Манчестерская кодировка (инвертированная)

Таблица 84 — Манчестерская кодировка CompoNet

Символы (метки)	Значения	Символы манчестерской кодировки (инвертированные)
{H,L}	Data 0	0
{L,H}	Data 1	1
{L,L}{H,H}	Illegal	—

5.7.3 Требования к мастер-порту

5.7.3.1 Разъемы мастер-порта

В таблице 85 указаны допустимые разъемы мастер-порта.

Таблица 85 — Допустимые разъемы для мастер-порта

Разъем	Открытый	Плоский I	Плоский II
Мастер	Розетка	Розетка	Розетка

Примечание — Не допускается наличие кабелей[1)], постоянно подключенных к мастер-порту.

5.7.3.2 Питание мастер-порта

Если питание подается мастер-портом на нижестоящие ведомые устройства в своем сегменте, то оно должно обеспечиваться одним из двух способов:

- внутренний источник питания, подключенный к сети через мастер-порт;
- внешний источник питания, подключаемый к сети через специальный набор клемм питания на мастере главного устройства или штекере мастер-порта, как установлено в 5.7.11.2.2. Во всех случаях силовые соединения и расстояния в мастер-порту должны соответствовать 5.7.11.1.1.

Если питание подается извне на штекер мастер-порта, то следует использовать штекер открытого типа. Технические характеристики источника питания мастер-порта должны соответствовать таблице 110.

5.7.3.3 Полное сопротивление для главных портов

Все мастер-порты должны соответствовать ограничениям полного сопротивления (импеданса), как это определено в таблицах 86 и 87.

Таблица 86 — Полное сопротивление главного порта во время приема

Частота, МГц	Импеданс, Ом	
	Минимум	Максимум
0,75	140	163
1	139	162
1,5	137	159
3	125	146
4	116	135

Таблица 87 — Полное сопротивление главного порта во время передачи

Частота, МГц	Импеданс, Ом	
	Минимум	Максимум
0,75	81	94
1	83	97

[1)] Постоянно подключенный кабель — это кабель, который выходит из устройства для подключения к сети и не может быть отсоединен или удален пользователем без специальных инструментов.

Окончание таблицы 87

Частота, МГц	Импеданс, Ом	
	Минимум	Максимум
1,5	86	100
3	91	106
4	92	108

5.7.3.4 Требования к мастер-порту

5.7.3.4.1 Требования к сигналу передачи

Мастер-порт должен передавать сигналы, соответствующие требованиям, показанным на рисунке 63, в таблицах 88 и 89, при настройке в соответствии с рисунком 64. Подробности см. в разделе 9.

Вертикальная ось на приведенных ниже рисунках — ($V_{BDH} - V_{BDL}$).

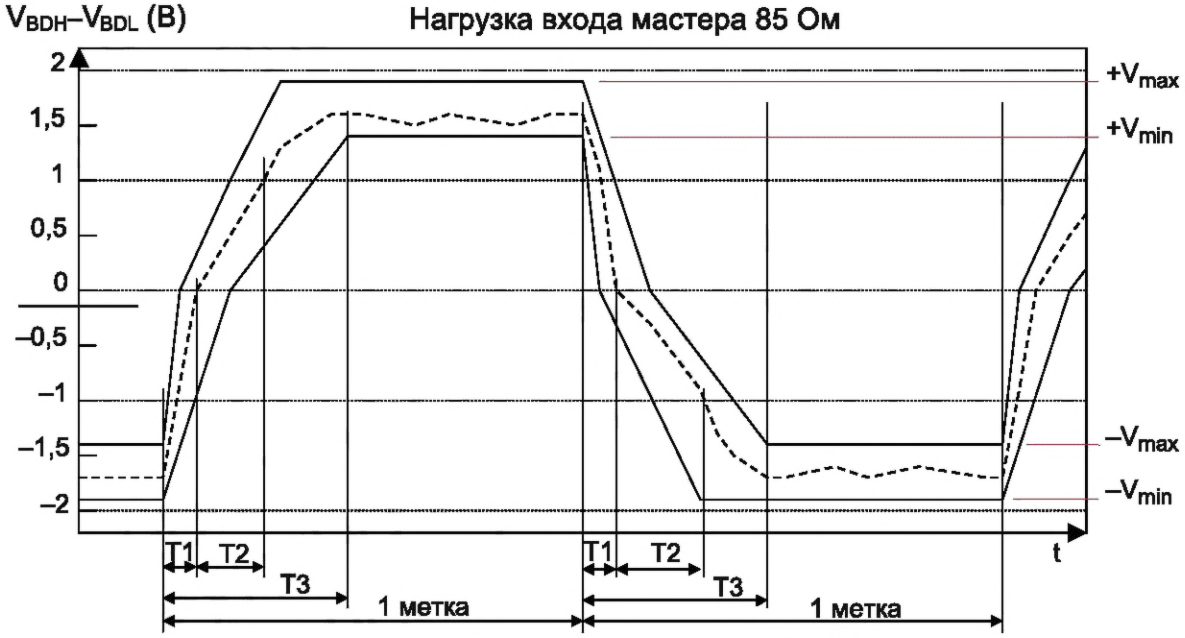


Рисунок 63 — Маска передачи мастер-порта

Таблица 88 — Технические характеристики передачи мастер-порта для скоростей передачи данных 4, 3 и 1,5 Мбит/с

Показатель	Предельные характеристики	Комментарии
$+V_{max}$	1,90 В	
$+V_{min}$	1,40 В	
$-V_{max}$	–1,40 В	
$-V_{min}$	–1,90 В	
T1	От 11 до 27 нс	Переход при 0 В
T2	От 8 до 32 нс	Начало с 0 В, переход на —1,0 В вниз или 1,0 В вверх
T3	75 нс	Значение напряжения сигнала между $+V_{min}$ и $+V_{max}$ или от $-V_{min}$ до $+V_{max}$
T3 — точка инвертирования данных	От $-V_{min}$ до $-V_{max}$ или от $+V_{min}$ до $+V_{max}$	

Таблица 89 — Технические характеристики передачи мастер-порта для скорости передачи данных 93,75 кбит/с

Показатель	Предельные характеристики	Комментарии
$+V_{max}$	1,90 В	
$+V_{min}$	1,40 В	
$-V_{max}$	–1,40 В	
$-V_{min}$	–1,90 В	
ТЗ	1/8 метки	Значение напряжения сигнала между $+V_{min}$ и $+V_{max}$ или от $-V_{min}$ до $+V_{max}$
ТЗ — точка инвертирования данных	от $-V_{min}$ до $-V_{max}$ или от $+V_{min}$ до $+V_{max}$	

На рисунке 64 показано, как измеряется маска передачи. Резистор должен быть металлопленочным или угольным пленочным.

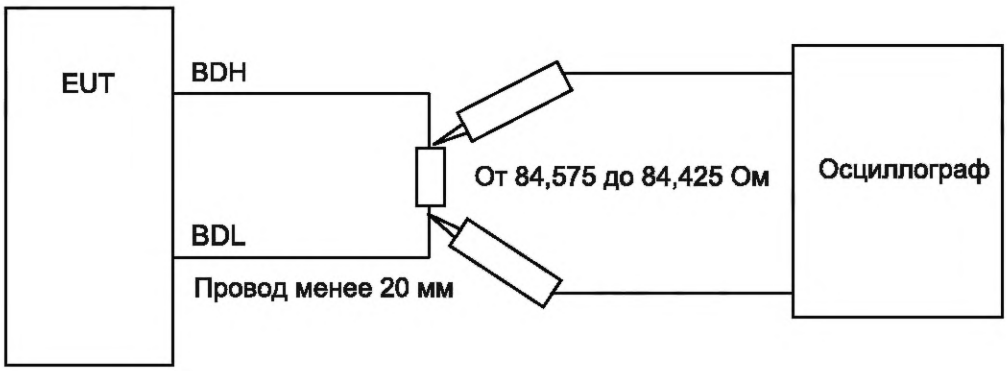


Рисунок 64 — Схема проверки формы выходного сигнала для ведущего или ведомого порта

5.7.3.4.2 Требования к приему сигналов соответствия мастер-порта

Приемник должен соответствовать 5.7.5.

5.7.3.5 Задержка физического канала мастер-порта

Физическая схема основного порта должна соответствовать следующему:

- максимальная задержка при передаче 45 нс;
- максимальная задержка при приеме 105 нс.

5.7.4 Требования к ведомому порту

5.7.4.1 Контакты ведомого

Ведомое устройство должно быть оснащено постоянно подключенным кабелем или розеткой в соответствии с таблицей 91. В случае с постоянно подключенным кабелем данный кабель должен быть обрезан до указанной длины и снабжен одной из вилок, указанных в таблице 90. Конечная длина несъемного кабеля должна соответствовать таблице 108.

Длина несъемного кабеля должна быть не менее 50 см.

Таблица 90 — Допустимые разъемы для стационарно подключенных кабелей

Контакт	Плоский I	Плоский II
Ведомый	Вилка [a)]	Вилка [a)]
[a)] При использовании стационарного соединения на конце стационарно подключенного кабеля вместо гнезда должна быть предусмотрена вилка.		

Таблица 91 — Допустимые разъемы для порта ведомого устройства

Контакт	Открытый	Плоский I	Плоский II
Ведомый	Розетка	Розетка	Розетка

Сеть, рассчитанная на скорость 4 Мбит/с, не должна включать ведомые устройства с постоянно подключенными кабелями.

Ведомые устройства с постоянно подключенными кабелями должны иметь маркировку, указывающую на то, что их нельзя использовать в сетевых конфигурациях, не допускающих Т-образных ответвлений.

5.7.4.2 Мощность ведомого устройства

Ведомое устройство может быть запитано одним из двух способов: от сети или от внешнего источника питания.

Узел с питанием от сети должен соответствовать требованиям таблицы 110.

При использовании внешнего источника питания локальные источники питания, подключенные к порту ведомого, должны соответствовать требованиям таблицы 111. Должна обеспечиваться изоляция источника питания от других источников электроэнергии в соответствии с 5.7.11.1.3.

5.7.4.3 Полное сопротивление для портов ведомых устройств

Все порты ведомых должны соответствовать ограничениям на прием и передачу, указанным в таблицах 92 и 93.

Таблица 92 — Полное сопротивление (импеданс) порта ведомого устройства во время приема

Частота, МГц	Импеданс, Ом	
	Максимум	Минимум
0,75	847	985
1	821	955
1,5	754	877
3	558	649
4	477	554

Таблица 93 — Полное сопротивление (импеданс) порта ведомого устройства во время передачи

Частота, МГц	Импеданс, Ом	
	Максимум	Минимум
0,75	137	160
1	143	166
1,5	154	180
3	181	210
4	194	225

5.7.4.4 Требования к порту ведомого устройства

5.7.4.4.1 Требования к передаваемому сигналу

Порт ведомого должен передавать сигналы, соответствующие требованиям, показанным на рисунке 65, в таблицах 94 и 95, при настройке в соответствии с рисунком 64. Появления представлены в разделе 9.

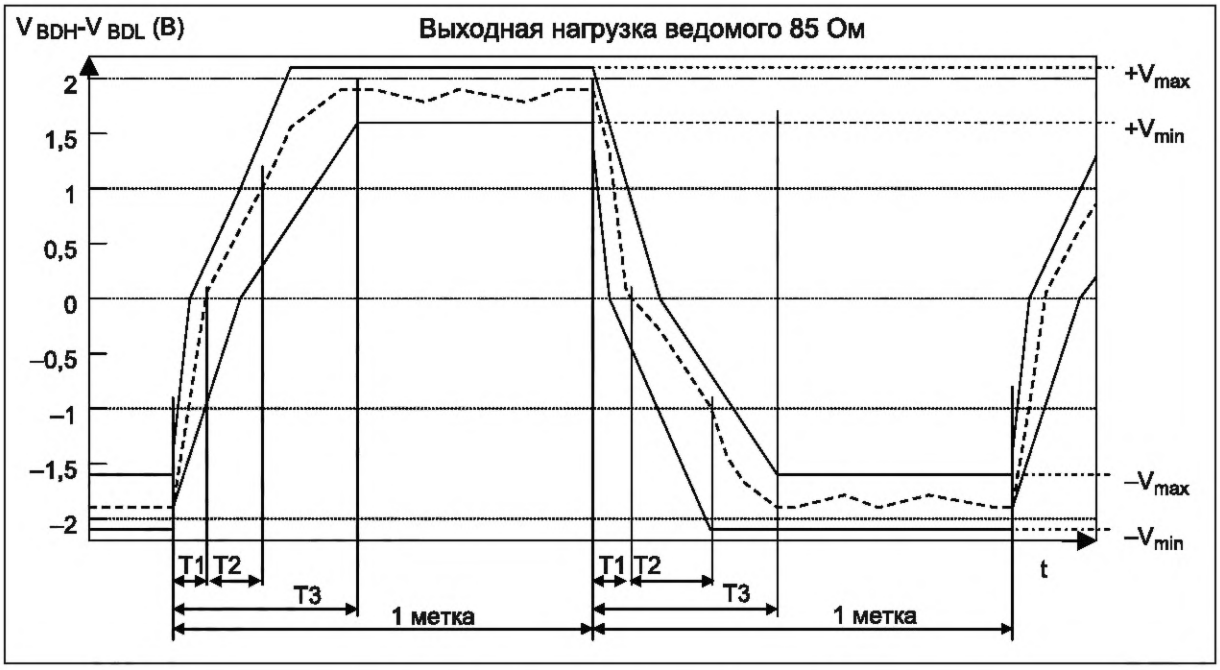


Рисунок 65 — Маска передачи ведомого порта

Таблица 94 — Технические требования к передаче порта ведомого для скорости передачи данных 4, 3 и 1,5 Мбит/с

Показатель	Предельные характеристики	Комментарии
$+V_{max}$	2,12 В	
$+V_{min}$	1,57 В	
$-V_{max}$	–1,57 В	
$-V_{min}$	–2,12 В	
T1	От 8 до 18 нс	Переход при 0 В
T2	От 5 до 20 нс	Начало с 0 В, переход на –1,0 В вниз или 1,0 В вверх
T3	75 нс	Период от $-V_{min}$ или $+V_{max}$ до $+V_{min}$ или $-V_{max}$
От T3 к точке инвертирования данных	От $-V_{min}$ до $-V_{max}$ или от $+V_{min}$ до $+V_{max}$	

Таблица 95 — Технические требования к передаче порта ведомого для скорости передачи данных 93,75 кбит/с

Показатель	Предельные характеристики	Комментарии
$+V_{max}$	2,12 В	
$+V_{min}$	1,57 В	
$-V_{max}$	–1,57 В	
$-V_{min}$	–2,12 В	
T3	75 нс	Значение напряжения сигнала между $+V_{min}$ и $+V_{max}$ или от $-V_{min}$ до $+V_{max}$
От T3 к точке инвертирования данных	От $-V_{min}$ до $-V_{max}$ или от $+V_{min}$ до $+V_{max}$	

Методы измерения маски передачи подчиненного устройства описаны в разделе 9.

5.7.4.4.2 Требования к приемному сигналу порта ведомого

Приемник должен соответствовать 5.7.5.

5.7.4.5 Задержка физической цепи порта ведомого

Физическая схема порта ведомого устройства должна соответствовать следующим требованиям:

- максимальная задержка при передаче 45 нс;
- максимальная задержка при приеме 105 нс.

5.7.5 Требования к принимаемому сигналу для портов мастера и ведомого

Приемник должен надлежащим образом декодировать сигналы, как показано на рисунках 66—68, а также сообщать об этих событиях на интерфейс MAC/Phy в соответствии с сигналами MAC/Phy, показанными на рисунках 70—72.

Вертикальная ось на следующих рисунках — ($V_{BDH} - V_{BDL}$).

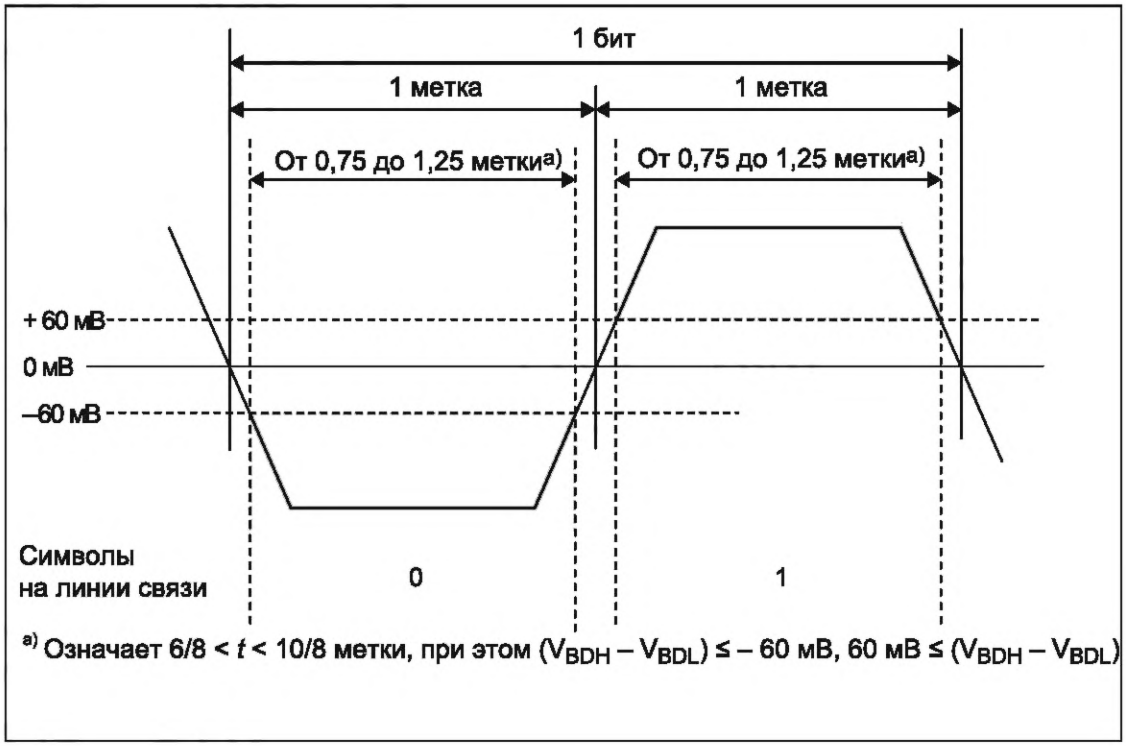


Рисунок 66 — Маска приема 1

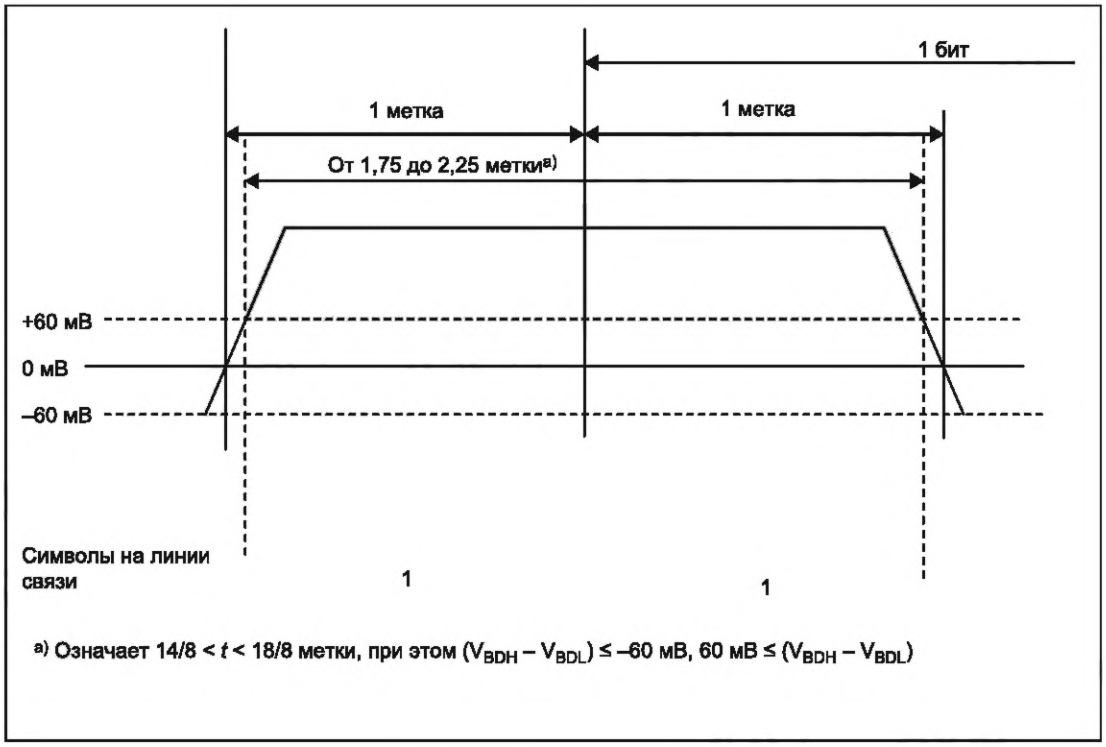


Рисунок 67 — Маска приема 2

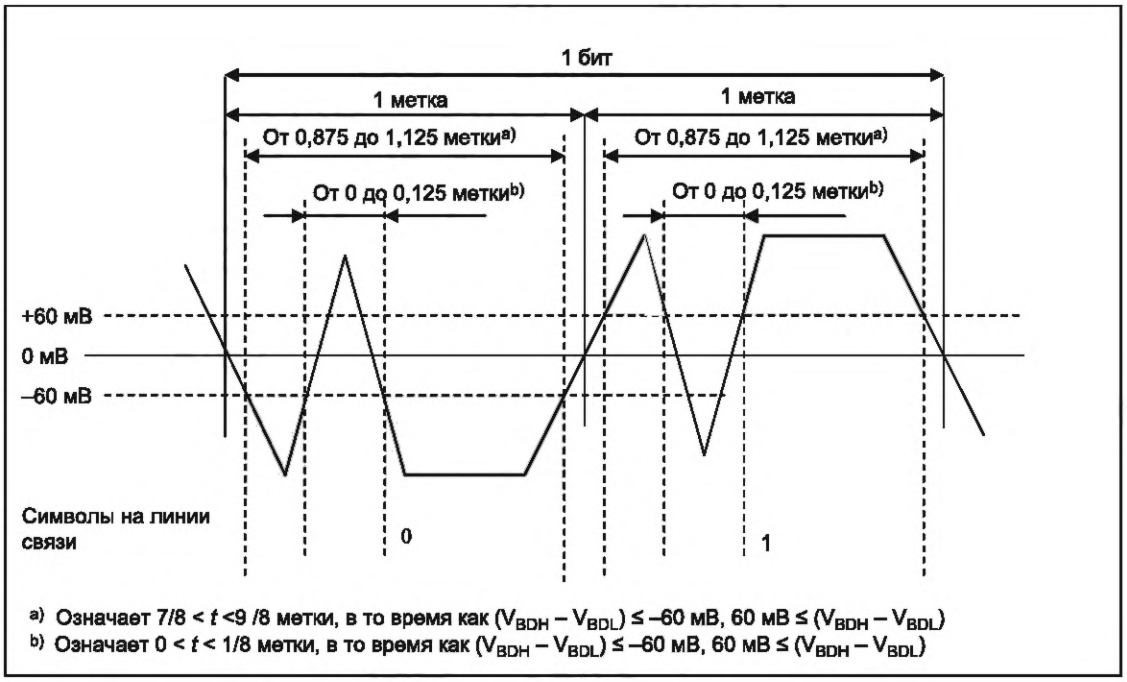


Рисунок 68 — Маска приема 3

5.7.6 Требования к цифровой обработке

5.7.6.1 Общие положения

В данном пункте описываются требования к цифровой обработке на внутреннем интерфейсе PHY/MAC, как показано на рисунке 69.

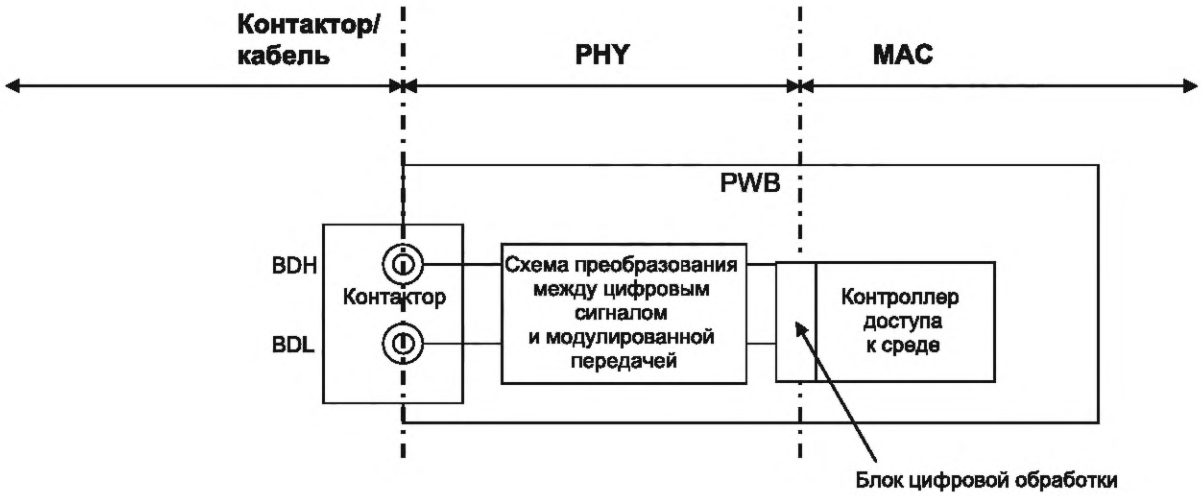


Рисунок 69 — Схема интерфейса PHY/MAC

5.7.6.2 Требования к обработке информации при приеме

Уровни интерфейса MAC/PHY зависят от приложения. PHY должен декодировать сетевые манчестерские символы и сообщать о них интерфейсу MAC/PHY в соответствии с таблицами 96—98, рисунками 70—72.

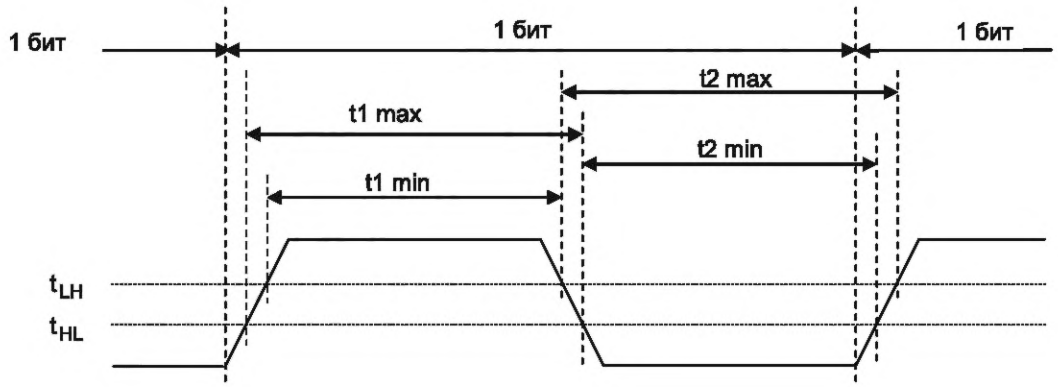


Рисунок 70 — Маска цифрового приема 1

Таблица 96 — Технические характеристики маски цифрового приема 1

Характеристика	Ограничение	Типовое значение
T1: $t1_{макс} - t1_{мин}$	5/8 [метки] + 0,5 нс < T1 T1 < 11/8 [метки] – 0,5 нс	1 [метка]
T2: $t2_{макс} - t2_{мин}$	5/8 [метки] + 0,5 ns < T2 T2 < 11/8 [метка] – 0,5 пс	1 [метка]
Примечание — Данная таблица относится к рисунку 70 и инверсии шаблона сигнала, показанного на рисунке 70.		

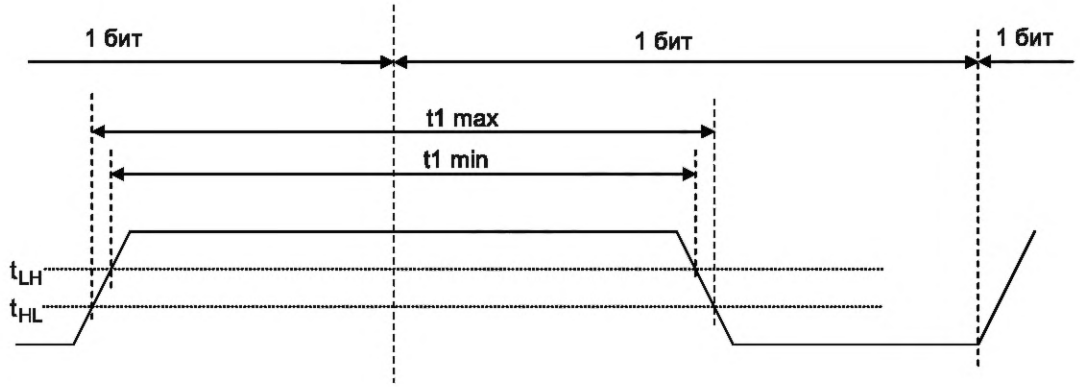


Рисунок 71 — Маска цифрового приема 2

Таблица 97 — Технические характеристики маски цифрового приема 2

Характеристика	Ограничение	Типовое значение
T1: $t1_{макс}$ — $t1_{мин}$	13/8 [метки] + 0,5 нс ≤ T1 ≤ 19/8 [метки] – 0,5 нс	1 [метка]
Примечание — Данная таблица относится к рисунку 71 и инверсии шаблона сигнала, показанного на рисунке 71.		

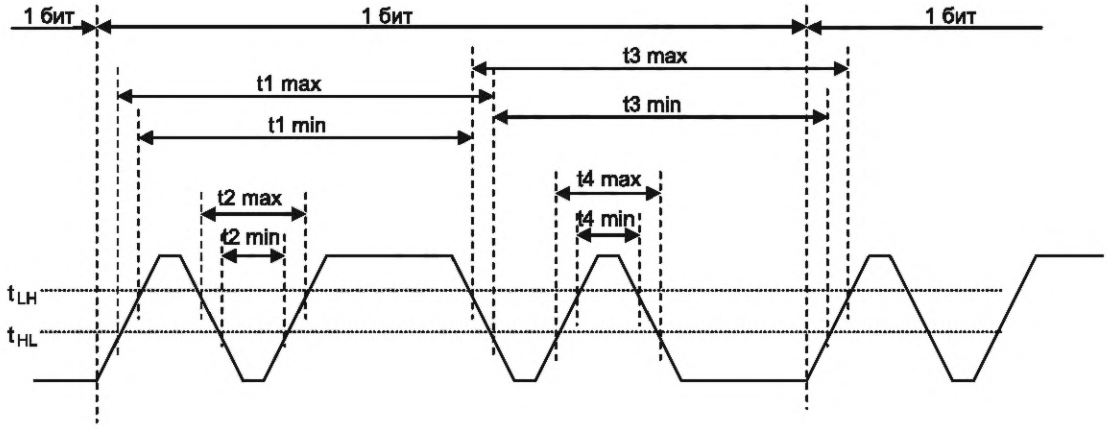


Рисунок 72 — Маска цифрового приема 3

Таблица 98 — Технические характеристики маски цифрового приема 3

Характеристика	Ограничение	Типовое значение	Примечание
T1: $t1_{макс}$ – $t1_{мин}$	7/8 [метки] + 0,5 нс ≤ T1 ≤ 9/8 [метки] – 0,5 нс	1 [метка]	Реальный сигнал
T2: $t2_{макс}$ – $t2_{мин}$	T2 ≤ 2/8 [метки] — 0,5 нс	1 [метка]	Шум
T3: $t3_{макс}$ – $t3_{мин}$	7/8 [метки] + 0,5 нс ≤ T3 ≤ 9/8 [метки] – 0,5 нс	1 [метка]	Реальный сигнал
T4: $t4_{макс}$ – $t4_{мин}$	T4 ≤ 2/8 [метки] – 0,5 нс	1/8 [метки]	Шум
Примечание — Данная таблица относится к рисунку 72 и инверсии шаблона сигнала, показанного на рисунке 72.			

5.7.6.3 Требования к обработке передачи

Здесь показаны требования к сигналам, передаваемым устройством цифровой обработки. TXE относится к разрешению передачи, TXD — к данным.

Временные параметры приемопередатчика должны соответствовать временным и логическим уровням, указанным на рисунке 73 и в таблице 99.

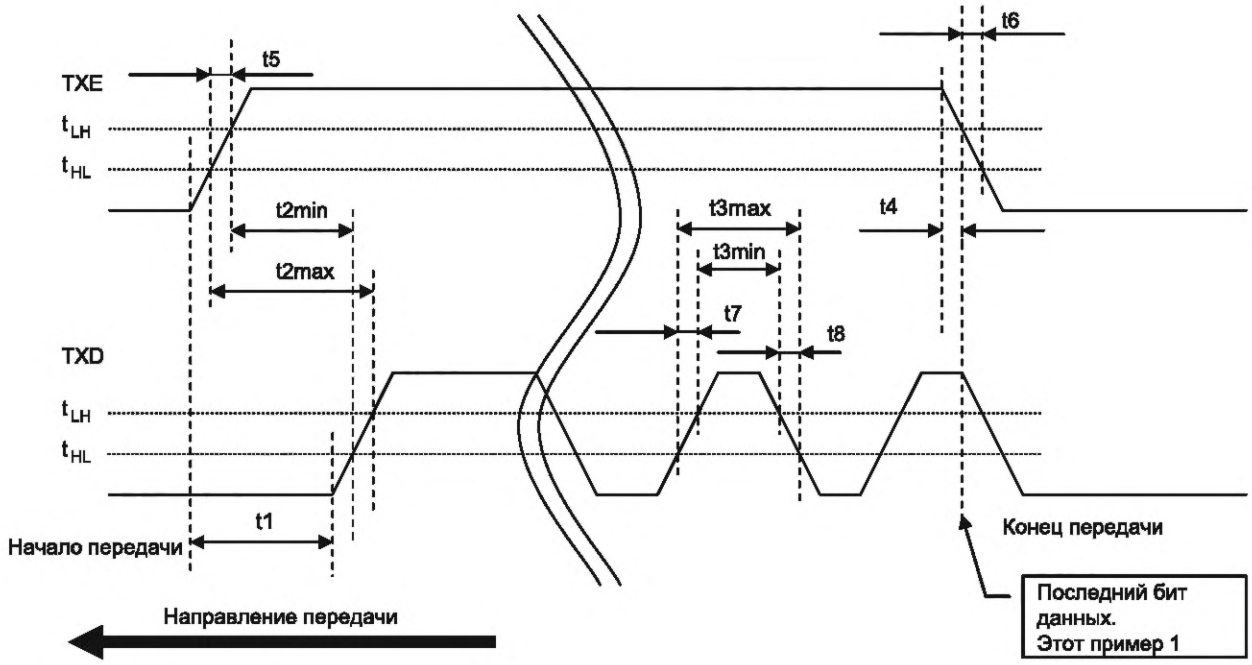


Рисунок 73 — Маска цифрового приема 3

Таблица 99 — Технические требования для логической передачи

Характеристика	Ограничение	Типовое значение	Примечание
t1	2 [метки] ± 0,25 нс	2 [метки]	Нагрузка TXE и TXD < 15 [пФ]
T2: $t2_{макс} - t2_{мин}$	2 [метки] ± 2,0 нс	2 [метки]	Нагрузка TXE и TXD < 15 [пФ]
T3 [a]: $t3_{макс} - t3_{мин}$	X [b] [метки] ± 2,0 нс	X [меток]	Нагрузка TXE и TXD < 15 [пФ]
t4	±0,25 нс	0 нс	Нагрузка TXE и TXD < 15 [пФ]
t5 макс. период	1,9 нс	—	Нагрузка TXE < 15 [пФ]
t6 макс. период	1,9 нс	—	Нагрузка TXE < 15 [пФ]
t7 макс. период	1,9 нс	—	Нагрузка TXD < 15 [пФ]
t8 макс. период	1,9 нс	—	Нагрузка TXD < 15 [пФ]

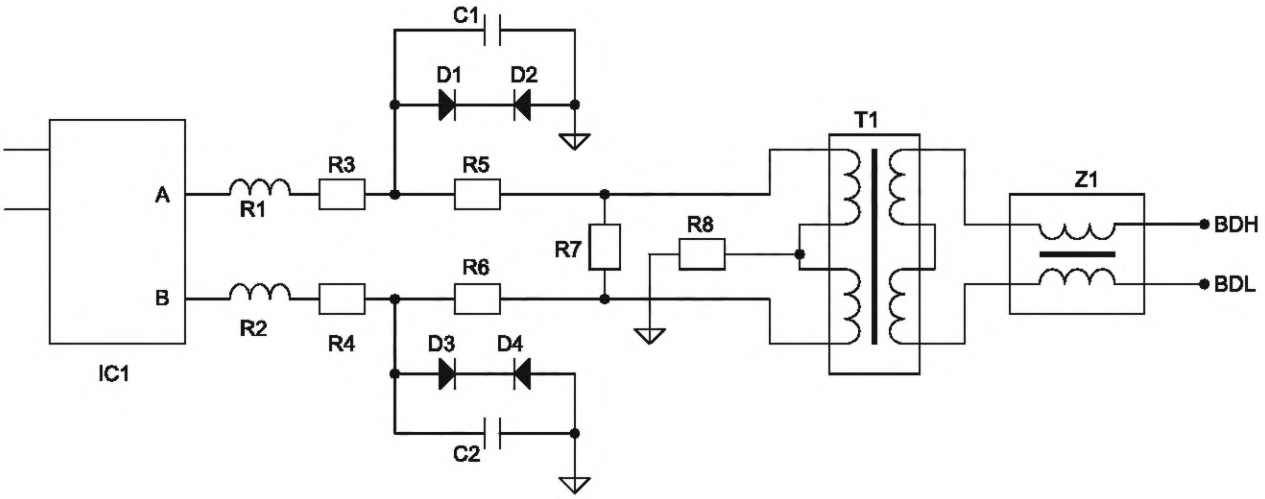
[a] Время применимо и к обратному шаблону.

[b] X = {1, 2, 3}.

5.7.7 Рекомендуемые схемы и параметры компонентов

5.7.7.1 Рекомендуемые схемы

В данном пункте приводится пример применения (реализации), показанный на рисунках 74 и 75.



Компоненты:

C1 — конденсатор (220 ± 11) пФ, номинальное напряжение 16 В;

C2 — конденсатор (220 ± 11) пФ, номинальное напряжение 16 В;

D1 — стабилитрон с диапазоном напряжения от 5,84 до 6,14 В;

D2 — стабилитрон с диапазоном напряжения от 5,84 до 6,14 В;

D3 — стабилитрон с диапазоном напряжения от 5,84 до 6,14 В;

D4 — стабилитрон с диапазоном напряжения от 5,84 до 6,14 В;

IC1 — приемопередатчик;

R1 — ферритовый фильтр (ферритовые кольца);

R2 — ферритовый фильтр (ферритовые кольца);

R3 — резистор (10 ± 0,1) Ом;

R4 — резистор (10 ± 0,1) Ом;

R5 — резистор (10 ± 0,1) Ом;

R6 — резистор (10 ± 0,1) Ом;

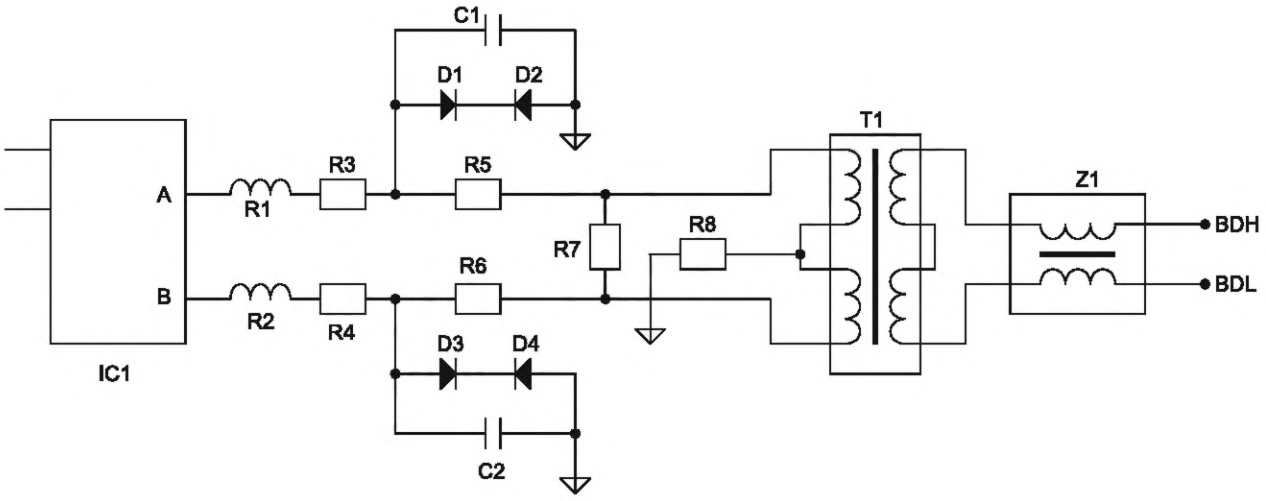
R7 — резистор (150 ± 1,5) Ом;

R8 — резистор (15 ± 0,15) Ом;

T1 — импульсный трансформатор;

Z1 — фильтр

Рисунок 74 — Рекомендуемая схема для мастер-порта



Компоненты:

C1 — конденсатор (47 ± 2,35) пФ, номинальное напряжение 16 В;

C2 — конденсатор (47 ± 2,35) пФ, номинальное напряжение 16 В;

D1 — стабилитрон с диапазоном напряжения от 5,84 до 6,14 В;

D2 — стабилитрон с диапазоном напряжения от 5,84 до 6,14 В;

D3 — стабилитрон с диапазоном напряжения от 5,84 до 6,14 В;

D4 — стабилитрон с диапазоном напряжения от 5,84 до 6,14 В;

IC1 — приемопередатчик;

R1 — ферритовый фильтр (ферритовые кольца);

R2 — ферритовый фильтр (ферритовые кольца);

R3 — резистор (15 ± 0,15) Ом;

R4 — резистор (15 ± 0,15) Ом;

R5 — резистор (15 ± 0,15) Ом;

R6 — резистор (15 ± 0,15) Ом;

R7 — резистор (1000 ± 10) Ом;

R8 — резистор (22 ± 0,22) Ом;

T1 — импульсный трансформатор;

Z1 — фильтр

Рисунок 75 — Рекомендуемая схема для порта ведомого

5.7.7.2 Технические характеристики трансформатора

5.7.7.2.1 Общие положения

Пример реализации трансформатора показан на рисунке 76 и в таблице 100.

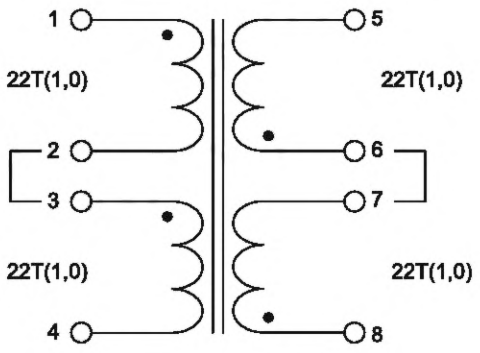


Рисунок 76 — Обозначения на трансформаторе

Таблица 100 — Технические требования для импульсного трансформатора

Характеристика	Требуемая величина
Рабочая температура окружающей среды	От —10 °С до 85 °С
Влажность окружающей среды при эксплуатации	От 25 % до 95 %
Частота импульсов	От 23,4 кГц до 4 МГц
Минимальная индуктивность	6,5 мГн при 10 кГц и 0,1 В, короткое замыкание между 2 и 3 (1-2-3-4)
Коэффициент трансформации	(3-4)/(1-2) 1,0 ± 0,02 (6-5)/(1-2) 1,0 ± 0,02 (8-7)/(1-2) 1,0 ± 0,02
Минимальный открытый импеданс (1-2-3-4)	Короткое замыкание между 2 и 3, 7 и 6 От 23,4 до 31,25 кГц 0,8 кОм при 0,1 В От 31,25 до 93,4 кГц 1,2 кОм при 0,1 В От 93,4 кГц до 3 МГц 3 кОм при 0,1 В От 3 до 4 МГц 2 кОм при 0,1 В
Максимальная индуктивность рассеяния (1-2-3-4)	1,5 мкГн при 1 МГц и 0,1 В (8-7-6-5)
Максимальная распределенная емкость	(1-2-3-4) 17 пФ при 1 МГц и 0,1 В (6-7)
Максимальная емкость обмотки	55 пФ при 10 МГц и 0,1 В (1-2-3-4)-(8-7-6-5)
Выдерживаемое напряжение	500 В переменного тока в течение 1 мин и 600 В переменного тока в течение 1 с Первичная обмотка, вторичная обмотка и сердечник
Минимальное сопротивление изоляции	500 В постоянного тока, 100 МОм Первичная обмотка, вторичная обмотка и сердечник
Сердечник	См. 5.7.7.2, технические требования к сердечнику
Провода	Полиэфирная изоляция, медные жилы под пайку
Калибр провода	AWG 38

5.7.7.2.2 Основные характеристики

Пример реализации сердечника трансформатора показан в таблице 101.

Таблица 101 — Технические характеристики сердечника трансформатора

Характеристика	Символ	Требуемая величина
Начальная проницаемость	μi	10 000 ± 3000
Максимальный относительный коэффициент потерь	$\tan\delta/\mu i$	$7{,}0 \cdot 10^{-6}$ при 10 кГц
Температурный коэффициент начальной проницаемости	$\alpha\mu ir$	$-0{,}5 \cdot 10^{-6}$ до $+1{,}5 \cdot 10^{-6}$ при температуре от –30 °Сдо +70 °С
Плотность магнитного потока насыщения [H = 1194 А/м]	Bs	Номинал 400 мТл при 25 °С
Остаточная магнитная индукция, мТл	Br	Номинал 90 мт при 25 °С
Коэрцитивная сила, Нс	Hc	Номинал 7,2 А/м при 25 °С
Минимальная температура Кюри	Tc	120 °С
Максимальная константа гистерезиса материала	ηB	$1{,}4 \cdot 10^{-6}$/мТл
Максимальный коэффициент дезаккомодации	DF	$2 \cdot 10^{-3}$
Плотность	dB	Номинал $4{,}9 \cdot 10^{3}$ кг/м^3
Удельное электрическое сопротивление	pv	Номинал 0,15 м

5.7.7.3 Технические характеристики приемопередатчика

В CompoNet надлежит применять приемопередатчики, поддерживающие TIA/EIA-485-A [4]. Приемопередатчики также должны соответствовать техническим требованиям, указанным в таблице 102. Дополнительные требования к отправке и приему приведены в таблицах 103 и 104.

Таблица 102 — Технические характеристики приемопередатчика

Требования	Минимум	Типовое значение	Максимум
Дифференциальное выходное напряжение драйвера, VOD(R = 27 Ом (RS-485)); см. рисунок 77	1,5 В	—	5,0 В
Синфазное выходное напряжение, VOC(R = 27 Ом или 50 Ом)	—	—	3 В
Выходной ток короткого замыкания (–7 В < VO < +12 В)	—	—	250 мА
Задержка распространения входов-выходов TPLH, TPHL (RL Diff = 54 Ом, CL1 = CL2 = 100 пФ); см. рисунок 78	2 нс	10 нс	15 нс
Драйвер O/P на O/P TSKEW (RL Diff = 54 Q, CL1 = CL2 = 100 пФ)	0 нс	0 нс	5 нс
Время подъема/спада драйвера TR, TF (RL Diff = 54 Ом, CL1 = CL2 = 100 пФ)	—	2 нс	10 нс
Драйвер позволяет выводить подтверждение	—	10 нс	25 нс
Драйвер отключает время	—	—	25 нс
Пороговое дифференциальное входное напряжение приемника, мин. VTH	–0,05 В	—	+0,05 В
Гистерезис входного напряжения, Δ VTH	50 мВ	—	100 мВ
Входное сопротивление	12 Ом	—	—
Входной ток включения логики (RE)	–1 мкА		+1 мкА
Выходной ток короткого замыкания (VOUT = GND или VCC)	7 мА	—	85 мА
Распространение входной задержки на выход TPLH, TPHL (CL = 15 пФ)	18 нс	25 нс	40 нс
Максимальный перекос |TPLH-TPHL|	—	0 нс	5 нс
Рабочая температура	40 °C	—	+85 °C
Максимальное абсолютное напряжение постоянного тока	—	—	7 В

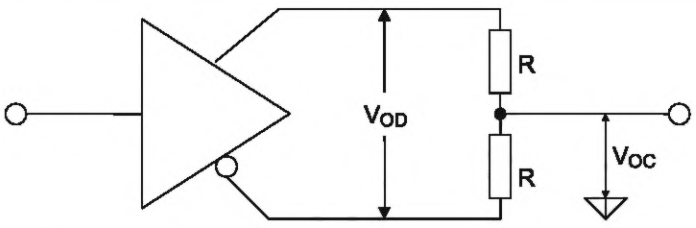


Рисунок 77 — Схема измерения напряжения драйвера

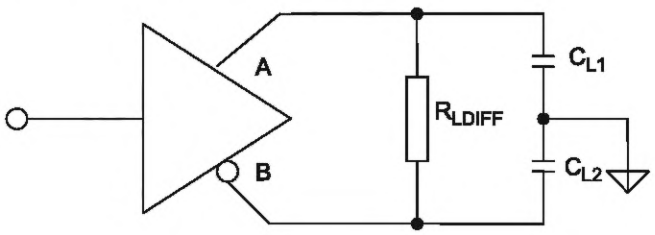


Рисунок 78 — Схема измерения задержки распространения

Таблица 103 — Отправка

ВХОД			ВЫХОД	
RE	DE	DI	B	A
X	1	1	0	1
X	1	0	1	0
X	0	X	Z	Z

Таблица 104 — Получение

ВХОД			ВЫХОД
RE	DE	A-B	RO
0	0	> +0,05	1
0	0	< –0,05	0
0	0	Входы открыты	1

5.7.8 Изоляция

Порты мастера и ведомых должны быть подключены к сети через трансформатор.

Коммуникационный порт должен быть изолирован от прикладного оборудования и заземлен на шасси с минимальной изоляцией от линий связи, рассчитанной на 500 В переменного тока со среднеквадратичным значением частоты от 47 до 63 Гц в течение 60 с.

В случае простого ведомого устройства изоляция от сетевого питания может быть обеспечена при монтаже.

В случае подключения вспомогательного источника питания должна быть обеспечена изоляция между сетевым портом, включая сетевой источник питания, и вспомогательным источником питания.

Для ведомого устройства без сетевого питания внешний источник питания должен обеспечивать изоляцию от источника питания, как показано в таблицах 111 и 112.

Несколько примеров схем реализации показано на рисунках 79—82.

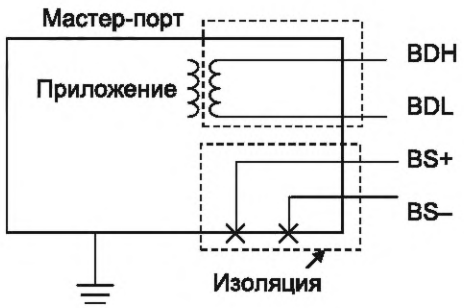


Рисунок 79 — Схема изоляции мастер-порта

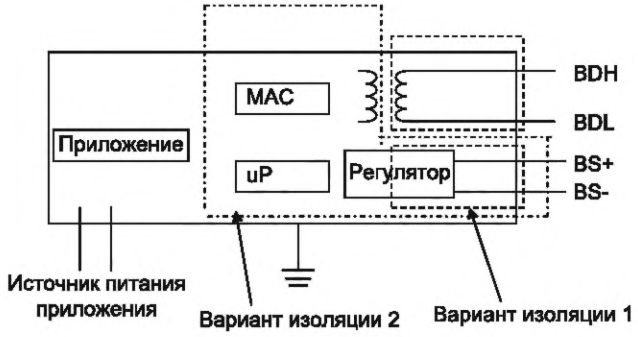


Рисунок 80 — Пример изоляции модуля ввода-вывода
с возможностью подключения к другим источникам питания

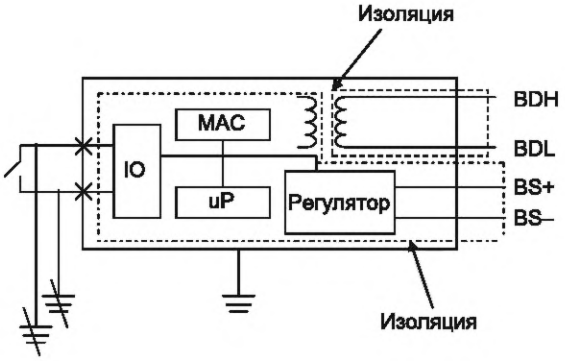


Рисунок 81 — Пример изоляции простого ведомого, требующего подключения к устройствам
с незаземленной сигнальной проводкой

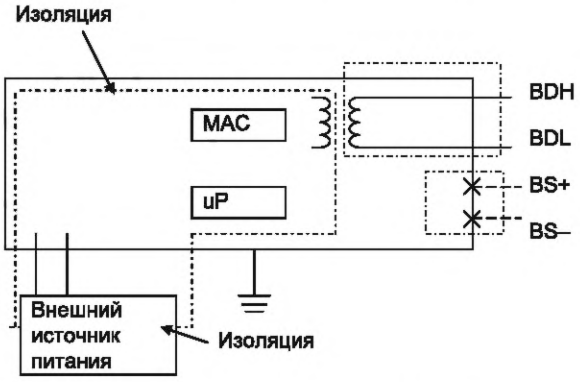


Рисунок 82 — Пример изоляции ведомого устройства без сетевого питания

5.7.9 Среда передачи

Применяются кабели, показанные в таблице 105. В сегменте должен использоваться только один тип кабеля.

Таблица 105 — Типы кабелей

Тип кабеля	Технические требования	Допустимый ток
Круглый кабель CompoNet I	2-жильный круглый кабель. См. профиль 8.2.3	Нет данных
Круглый кабель CompoNet II	4-жильный круглый кабель. См. профиль 8.2.4	Не более 4 А
Плоский кабель CompoNet I	4-жильный плоский кабель. См. профиль 8.2.5	5 А
Плоский кабель CompoNet II	4-жильный плоский кабель. См. профиль 8.2.6	5 А

Кабели каждого типа должны соответствовать сигналам и цвету, как указано в таблице 106.

Таблица 106 — Цвета жил кабеля

Наименование сигнала	Круглый кабель CompoNet I	Круглый кабель CompoNet II	Плоский кабель CompoNetI
BS +	—	Красный	Красный
BDH	Белый	Белый	Белый
BDL	Черный	Черный или зеленый	Синий
BS-	—	Черный	Черный

5.7.10 Топология

5.7.10.1 Общие положения

В CompoNet применяется многоканальная топология с Т-образным ветвлением. Длина кабеля между любыми двумя точками кабельной системы не должна превышать максимальную длину кабеля, разрешенную для соответствующей скорости передачи данных. Терминаторы (ограничители) необходимы на каждом конце магистральной линии. В CompoNet применяется многосегментная структура. Один сегмент поддерживает до 32 ведомых/ретранслирующих узлов. Типовая топология показана на рисунке 83.

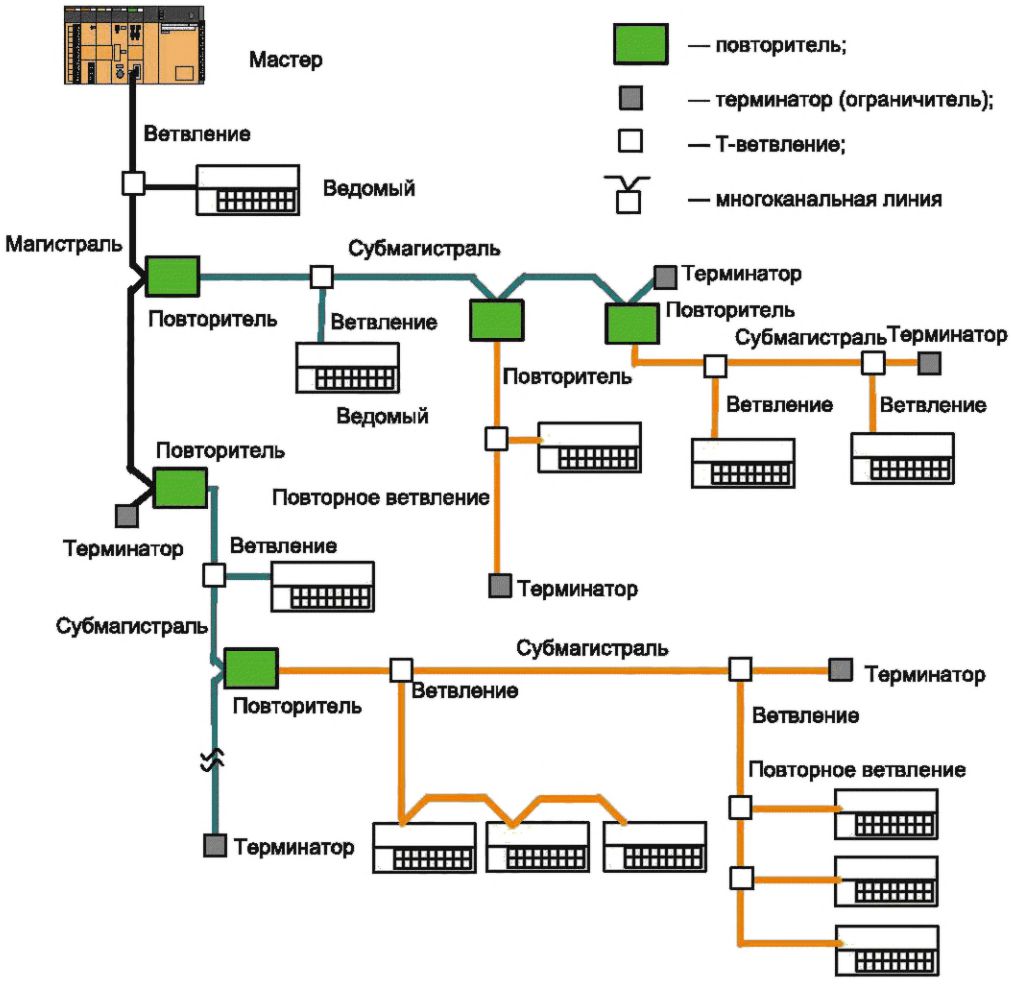


Рисунок 83 — Топология среды передачи данных

5.7.10.2 Сегмент

CompoNet обычно состоит из нескольких сегментов, разделенных повторителями. Каждый сегмент подключен к сети, но классифицируется с точки зрения физического уровня. Как показано на рисунке 1, сегмент, содержащий мастер, входит в первый уровень сегментов. Второй и третий уровни сегментов могут быть добавлены с помощью повторителей. Можно добавить не более двух этих дополнительных сегментов, таким образом гарантируя, что ни одно ведомое устройство не будет удалено от своего ведущего более чем на 2 повторителя (или 3 сегмента). Всего в одной сети можно использовать 64 повторителя. Все сегменты должны работать на одной скорости связи. Повторитель должен установить для своего мастер-порта скорость своего порта ведомого устройства.

5.7.10.3 Размещение терминаторов в каждом сегменте

Терминаторы (ограничители) располагаются внутри мастер-портов мастера и повторителей. В дополнение к этим внутренним резисторам к сети должен быть добавлен терминатор на противоположном конце мастер-порта, как показано на рисунке 84.

Конфигурация подключения мастер-порта зависит от топологии сети. Для общей разводки мастер-порты должны быть на одном конце магистрали или субмагистрали. Для гибкой проводки мастер-порты могут быть подключены свободно.



Рисунок 84 — Положение терминаторов

5.7.10.4 Количество устройств в одном сегменте

К каждому сегменту можно подключить один мастер-порт и 32 порта ведомых, как показано на рисунке 85. Сюда входят подчиненные порты на повторителях и любых Т-образных ответвлениях, которые являются частью сегмента.

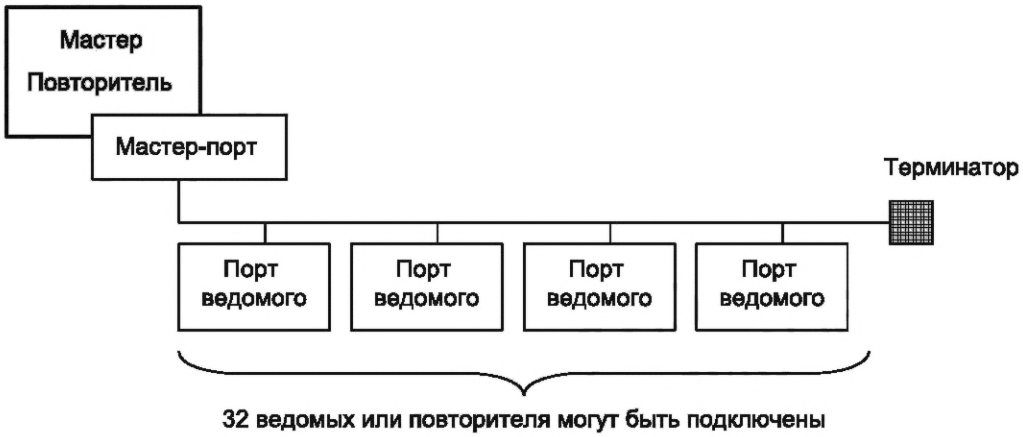


Рисунок 85 — Количество устройств в сегменте

5.7.10.5 Тип и длина кабеля

Длина магистральной линии, длина субмагистрали, максимальная длина одной ответвленной линии, общая длина ответвления и максимальное количество устройств зависят от скорости передачи. Таблицы 107 и 108 и рисунок 86 определяют ограничения на основе скорости передачи.

На рисунке 87 указаны ограничения ответвления, которые должны применяться.

Таблица 107 — Круглый кабель CompoNet I: сетевые ограничения

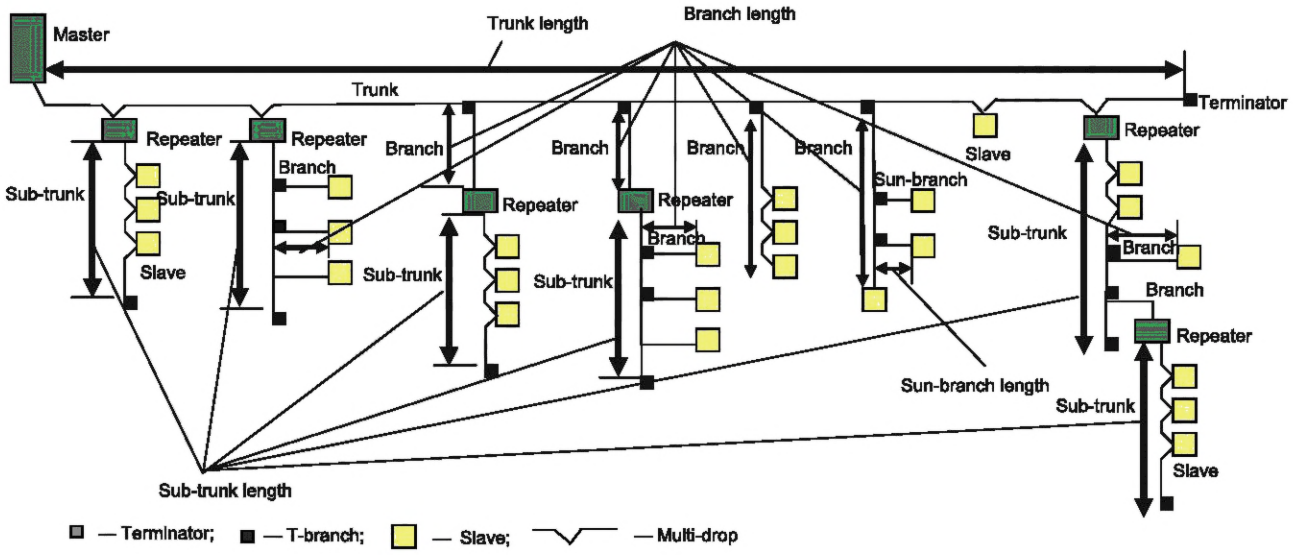
Скорость передачи, кбит/с	Схема подключения	Максимальная длина магистрали, м	Общее число ведомых	Максимальная длина одного ветвления, м	Общая длина ответвлений, м	Количество ведомых, подключенных к одному ветвлению	Максимальная длина субветвления, м	Общая длина субветвлений, м
4000	Общая [a)]	30	32	0	0	0	0	0
3000	Общая	30	32	0,5	8	1	0	0
1500	Общая	100	32	0	0	0	0	0
1500	Общая	100	32	0	0	0	0	0
		30	32	2,5	25	3	0	0
93,75	Общая	500	32	6	120	1	0	0

[a)] См. 5.7.10.6.2.

Таблица 108 — 4-жильный кабель CompoNet: сетевые ограничения

Скорость передачи, кбит/с	Схема подключения	Максимальная длина магистрали, м	Общее число ведомых	Максимальная длина одного ветвления, м	Общая длина ответвлений, м	Количество ведомых, подключенных к одному ветвлению	Максимальная длина субветвления, м	Общая длина субветвлений, м
4000	Общая	30	32	0	0	0	0	0
3000	Общая	30	32	0,5	8	1	0	0
1500	Общая	30	32	2,5	25	3	0,1	2
93,75	Гибкая [a)]	200	32					

[a)] См. 5.7.10.6.3.



Master	— мастер;	Slave	— ведомый;
Repeater	— повторитель;	Sub-branch	— повторное ветвление;
Branch	— ветвление;	Terminator	— ограничитель;
Multi-drop	— многоканальность;	Sub-trunk length	— длина субмагистрали;
Trunk	— магистраль;	Sub-trunk	— субмагистраль;
Trunk length	— длина магистрали;	Sub-trunk length	— длина субмагистрали

Рисунок 86 — Иллюстрация ограничения длины кабеля

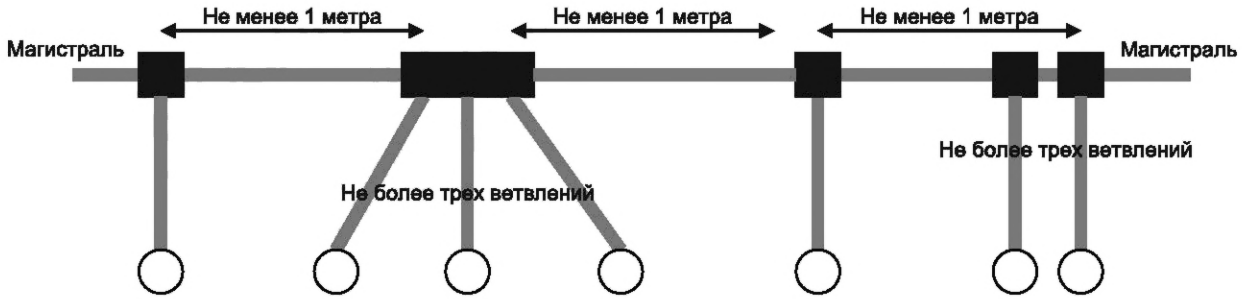


Рисунок 87 — Пример ограничения длины кабеля

5.7.10.6 Типы разводки в одном сегменте

5.7.10.6.1 Общие положения

В сегменте существуют два типа схем разводки — общая (стационарная) и гибкая.

Как показано на рисунке 88, круглый кабель CompoNet I предназначен только для общей проводки и может использоваться для всех скоростей передачи данных. 4-жильные кабели CompoNet поддерживают общую проводку со скоростью 4, 3 и 1,5 Мбит/с. 4-жильные плоские кабели на скорости 93,75 кбит/с поддерживают гибкую проводку.

При скорости 93,75 кбит/с существуют следующие критерии проектирования:

- длина магистральной линии должна обеспечивать связь на большие расстояния (примерно 500 м для общей проводки);
- необходимо максимально уменьшить ограничения на метод проводки (гибкая проводка);
- для оптимального использования на скорости 93,75 кбит/с можно использовать круглый кабель I для общего метода разводки. Круглый кабель II, плоский кабель I и плоский кабель II можно использовать для гибкого метода подключения.

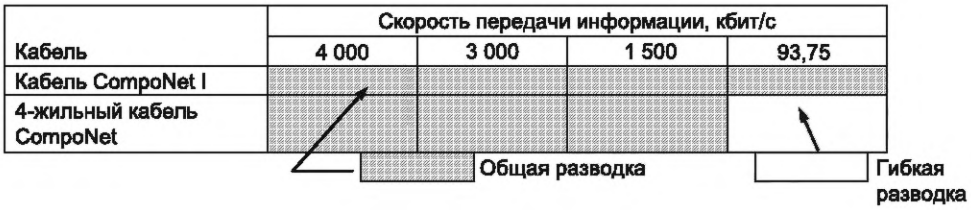


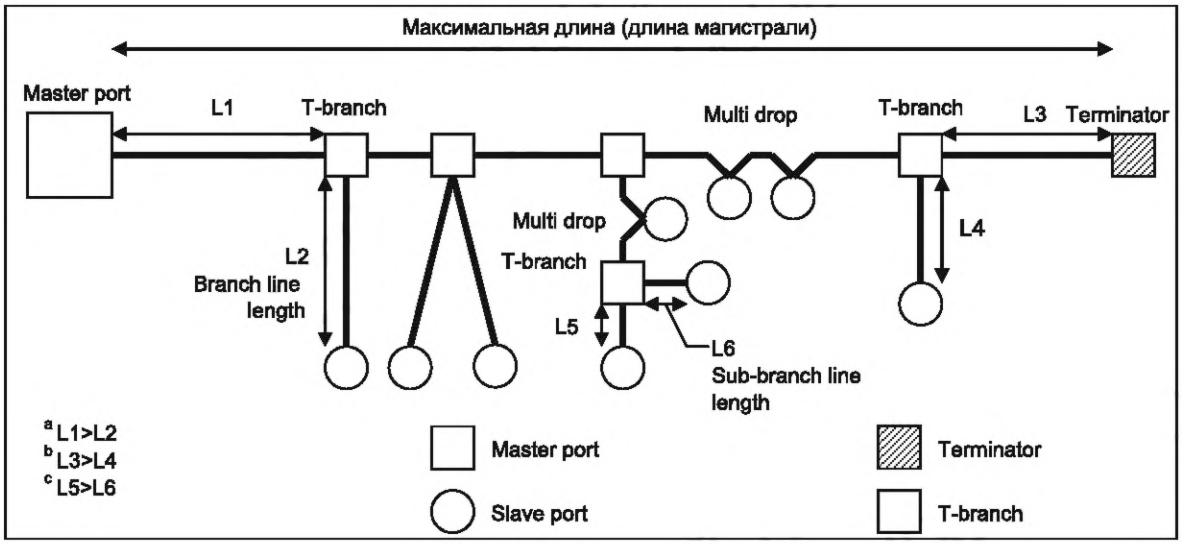
Рисунок 88 — Выбор проводки

5.7.10.6.2 Общая проводка

Общая разводка показана на рисунке 89.

Ограничения:

- мастер-порт должен быть подключен к одному концу магистральной или субмагистральной линии;
- к одному сегменту подключен только один мастер-порт;
- к другому концу магистральной или субмагистральной линии подключен терминатор;
- ведомый порт может быть подключен к магистральной или субмагистральной линии с помощью многоканального подключения (последовательное соединение);
- ведомый порт может быть подключен к магистральной или субмагистральной линии через ответвление;
- ведомый порт может быть подключен к ответвлению через повторное ветвление;
- конец любой линии связи не должен оставаться открытым или неподключенным. Он должен быть подключен к порту мастера или ведомого либо к терминатору;
- L1 > L2, L3 > L4, L5 > L6 (см. рисунок 89).



Master port	— мастер-порт;	Slave port	— порт ведомого;
T-branch	— Т-образн. ответвление;	Sub-branch	— повторное ветвление;
Branch line length	— длина ответвления;	Terminator	— ограничитель (терминатор);
Multi-drop	— многоканальность;	Sub-branch line length	— длина субмагистрали

Рисунок 89 — Общий метод подключения

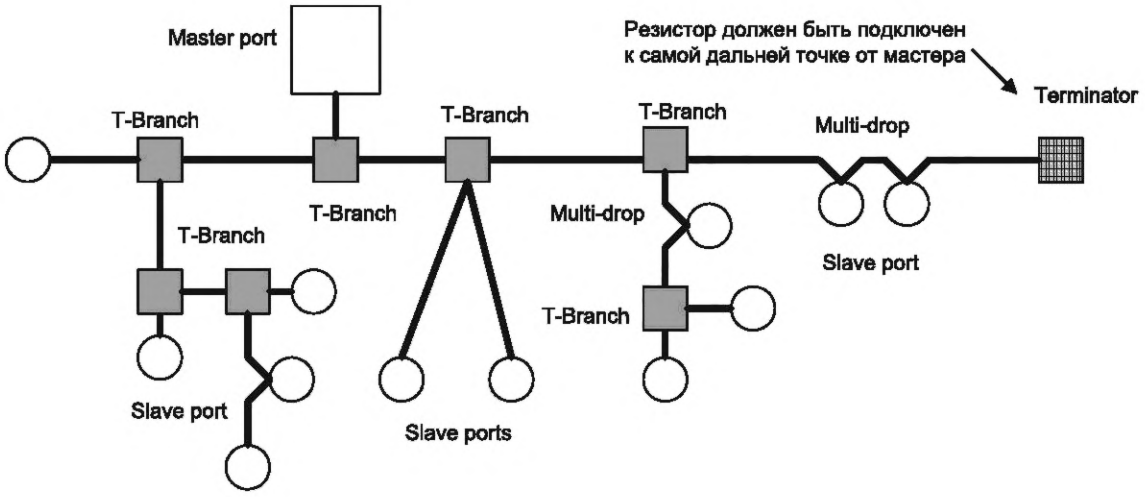
5.7.10.6.3 Гибкое подключение

Гибкие конструкции проводки поддерживаются только с использованием 4-жильных кабелей CompoNet на скорости 93,75 кбит/с. Этот подход к проводке подходит для приложений, где:

- необходимо много ответвлений;
- длина сети небольшая.

Гибкая проводка показана на рисунке 90. Правила для гибкой проводки приведены ниже:

- в гибкой проводке нет различия между магистралью и ответвлением;
- к одному сегменту подключается только один мастер-порт;
- мастер-порт может быть размещен в любом месте сегмента (он не обязательно должен быть подключен к концу);
- один терминатор подключается к самой дальней от мастер-порта точке (имеется в виду длина кабелей, а не географическая удаленность);
- к ответвлению можно добавить несколько точек повторного ветвления;
- длина всех кабелей учитывается в пределах указанной общей длины проводки;
- конец любого кабеля не должен оставаться открытым (неподсоединенным). Он должен быть подключен к порту мастера или ведомого либо к терминатору.



Master port — мастер-порт;
Slave port — порт ведомого;
T-branch — Т-образное ответвление;
Sub-branch — повторное ветвление;
Multi-drop — многоканальность
Terminator — ограничитель

Рисунок 90 — Метод гибкой разводки

Терминатор должен быть установлен на самом дальнем конце магистральной линии, наиболее удаленном от мастера или мастер-портов повторителей. Терминатор определяется таблицей 109.

Таблица 109 — Характеристики сопротивления

Параметр	Требование
Номинальная мощность	1/4 Вт
Сопротивление	121 Ом
Максимальная точность	1 %
Металлическая пленка	

5.7.11 Мощность канала

5.7.11.1 Электропитание CompoNet

5.7.11.1.1 Технические требования к сетевому питанию мастер-порта

Сетевое питание обеспечивается только мастер-портом. Ввод питания в середине пролета не поддерживается. Электропитание сети должно соответствовать таблице 110.

Это случай, показанный на рисунке 79.

Таблица 110 — Технические характеристики сетевого питания

Технические требования	Параметр
Выходное напряжение	(24 ± 2,4) В постоянного тока
Максимальная выходная пульсация	600 мВ от пика до пика
Температурный диапазон	Определяется продавцом
Защита от перенапряжения	Да (значение не указано)
Защита от перегрузки по току	Да (постоянный ток: предел 5 А макс.)
Максимальное перерегулирование при включении	5 %
Выходной ток	До 5 А непрерывно
Изоляция (на основе IEC 61131-2)	2,3 кВ переменного тока

5.7.11.1.2 Технические требования к локальным источникам питания на ведомых портах

Локальный источник питания, подключенный к ведомым портам, должен соответствовать таблице 111.

Таблица 111 — Технические характеристики локального источника питания

Технические требования	Параметр
Выходное напряжение	От 14 до 26,4 В постоянного тока
Максимальная выходная пульсация	600 мВ от пика до пика
Температурный диапазон	Определяется продавцом
Защита от перенапряжения	Да (значение не указано)
Защита от перегрузки по току	Да
Максимальное перерегулирование при включении	5 %
Выходной ток	До 5 А непрерывно
Изоляция (на основе IEC 61131-2)	2,3 кВ переменного тока

5.7.11.1.3 Технические требования для внешнего источника питания узла

Для узлов, питаемых от внешних источников, требования показаны в таблице 112.

Таблица 112 — Технические характеристики внешнего источника питания узла

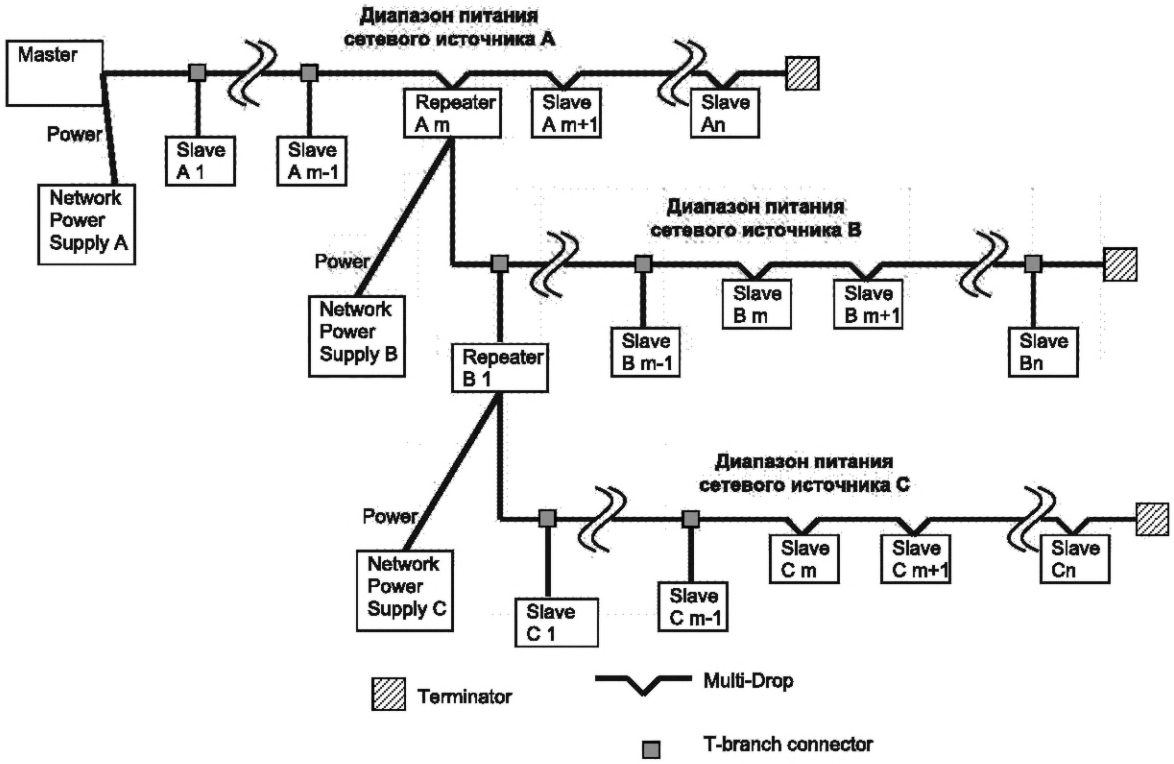
Технические требования	Параметр
Изоляция	2,3 кВ переменного тока (на основе IEC 61131-2)

5.7.11.2 Метод оперативного управления электропитанием

5.7.11.2.1 Общие положения

В данном пункте описывается, как обеспечить питание сети при использовании 4-жильного кабеля. Для сетей, использующих 2-жильный кабель, каждое устройство требует питания от локальной сети, и этот пункт не применяется.

Метод диспетчеризации мощности показан на рисунке 91.



Master port	— мастер-порт	Slave port	— порт ведомого;
Master port	— мастер-порт	Slave port	— порт ведомого;
T-branch	— Т-образное ответвление;	Sub-branch	— повторное ветвление;
Multi-drop	— многоканальность;	Terminator	— ограничитель
Network Power Supply	— сетевой источник питания;		

Рисунок 91 — Метод оперативного управления электропитанием

5.7.11.2.2 Питание сети от источника питания, подключенного к мастеру

Если сеть питается через мастера, как показано на рисунках 92 и 93, то длина кабеля питания между мастером и источником питания не должна превышать 3 м.

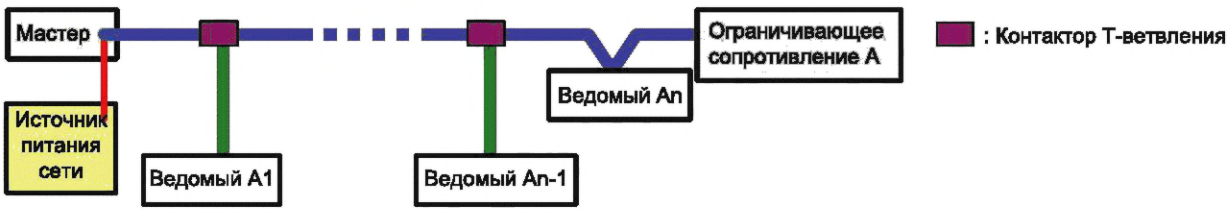


Рисунок 92 — Сегмент сети с питанием от мастера

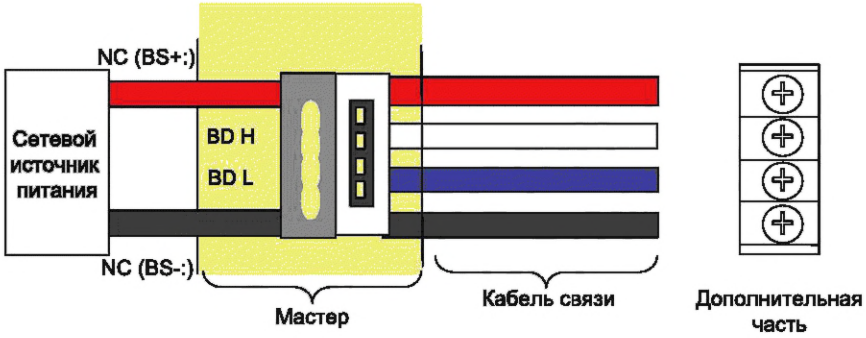


Рисунок 93 — Подключение к источнику питания

На рисунке 93 показаны два подхода к обеспечению питания. Адаптер может обеспечить соединение между кабельным разъемом от источника питания и соответствующим разъемом на кабеле связи. В качестве альтернативы показанная «дополнительная часть» может быть одним разъемом, подключенным как к силовому, так и к линейному кабелю и мастеру.

5.7.11.2.3 Питание сети от источника питания, подключенного к повторителю

Главный порт повторителя может питать свою подсеть от внешнего источника с теми же ограничениями, налагаемыми на линии между мастер-портом и источником питания, длина которой не должна превышать 3 м, как показано на рисунке 94.

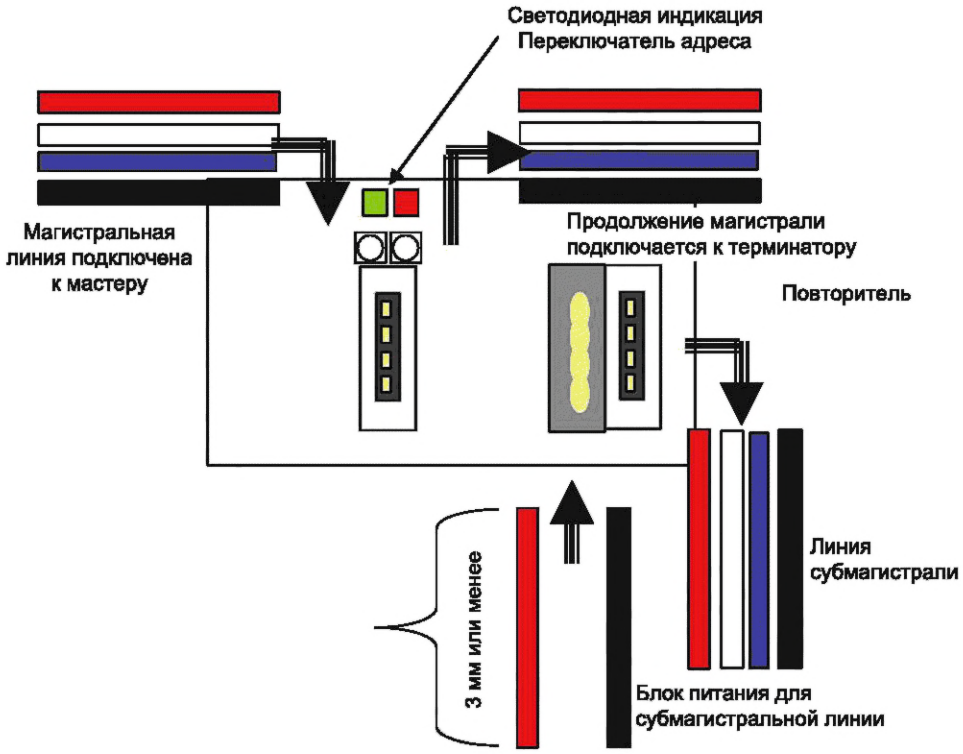


Рисунок 94 — Сегменты сети с питанием от повторителей

Диапазон мощности повторителя Am:

- сетевой блок питания A подключается к разъему питания мастера к блокам питания от ведомого A1 к An и повторителю Am;
- сетевой источник питания B используется для питания повторителя Bm и ведомого устройства B1 для Bn на субмагистральной линии, подключенной после повторителя Am.

Диапазон мощности повторителя Bm:

- сетевой источник питания C используется для питания ведомых от C1 до Cn на ответвлении, подключенном после повторителя Bm;
- сетевой источник питания C подключается к клемме BS+C/BS-C повторителя Bm.

5.7.12 Реализация повторителя

Повторитель должен состоять из:
- ведомого порта, как определено в 5.7.4;
- мастер-порта, как определено в 5.7.3;
- встроенного источника питания или порта внешнего источника питания. Для внешнего порта разъем должен соответствовать 5.7.11.1.1;
- адресуемого MAC ID, соответствующего 5.7.6.

Требования к задержке распространения определены в 5.6.2.4.

Упрощенная блок-схема показана на рисунке 95.

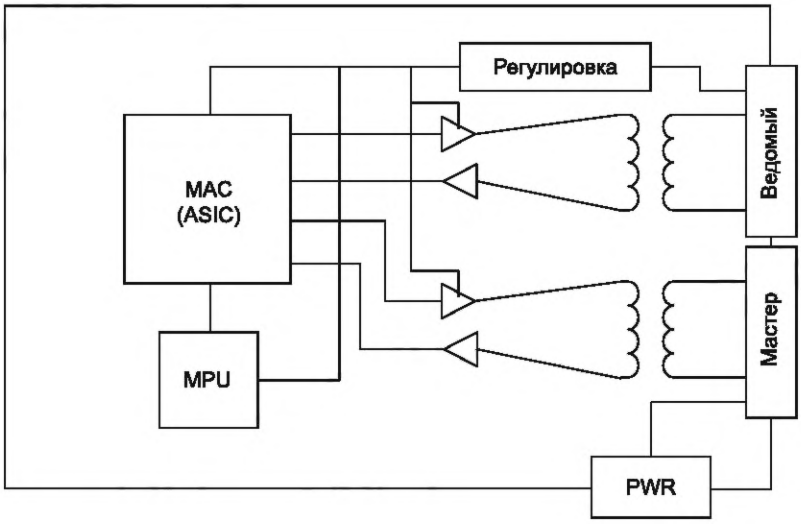


Рисунок 95 — Упрощенная схема повторителя

Питание ведомых устройств должно подаваться от мастер-порта повторителя с использованием тех же методов, которые указаны для мастер-порта мастера. Во всех случаях мощность на мастер-порту должна соответствовать 5.7.11.1.1.

Питание ведомого порта повторителя должно быть изолировано от источника питания мастер-порта повторителя.

Сетевой источник питания на стороне ведомого порта должен быть изолирован от источника питания мастер-порта.

6 Информация об изделии

В соответствии с IEC 62026-1.

7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортирования

7.1 Нормальные условия эксплуатации

7.1.1 Общие положения

Компоненты CompoNet CDI должны работать при описанных ниже условиях.

Если условия эксплуатации отличаются от указанных в этой части, то потребитель должен указать отклонение от стандартных условий и проконсультироваться с изготовителем о пригодности для использования в таких условиях.

7.1.2 Температура окружающего воздуха

7.1.2.1 Круглый кабель I

Кабель должен нормально работать в диапазоне температур окружающей среды от –10 °С до 60 °С.

7.1.2.2 Круглый кабель II, плоский кабель I, плоский кабель II

Кабель должен нормально работать в диапазоне температур окружающей среды от –10 °С до 55 °С.

7.1.2.3 Другие компоненты CDI

Все остальные компоненты CDI должны работать при температуре окружающей среды от –5 °С до 40 °С, если не указано иное, например в сочетании с приводом или датчиком определенного типа. Рабочие характеристики должны поддерживаться в допустимом диапазоне температуры окружающей среды.

7.1.3 Высота

Компоненты должны быть способны работать на высоте в соответствии с IEC 62026-1.

7.1.4 Климатические условия

7.1.4.1 Влажность

Компоненты должны быть работоспособны при температуре 40 °С и относительной влажности воздуха не более 85 %.

7.1.4.2 Степень загрязнения

Компоненты должны быть способны работать в условиях загрязнения в соответствии с IEC 62026-1.

7.2 Условия при транспортировании и хранении

Если условия транспортирования и хранения отличаются от установленных в 7.1, например температурный режим или влажность, это должно быть отражено в договоре на поставку.

7.3 Монтаж

Компоненты должны быть смонтированы в соответствии с IEC 62026-1.

8 Требования к конструкции и техническим характеристикам

8.1 Индикаторы и переключатели конфигурации

8.1.1 Индикаторы состояния

8.1.1.1 Общие положения

Устройства могут иметь один индикатор состояния модуля и один индикатор состояния CDI. Если они включены, то они должны соответствовать этим требованиям, а также должны быть четко отличимы от любых других индикаторов.

8.1.1.2 Индикатор состояния модуля

Состояние модуля должно отображаться двухцветным (зелено-красным) индикатором, указывающим на то, подается ли питание на схему и правильно ли она работает. Состояния индикатора должны соответствовать указанным в таблице 113.

Таблица 113 — Состояния модуля индикатора

Состояние индикатора	Описание
Выключено	Нет питания
Зеленый	Правильное функционирование
Мигающий зеленый	В режиме ожидания
Мигающий красный	Устранимая неисправность
Красный	Неустранимая неисправность
Мигающий красно-зеленый	Проходит самопроверку
Примечание — Частота мигания индикатора указана в 8.1.1.5.	

8.1.1.3 Индикатор состояния CDI

Индикатор должен быть двухцветным (зеленый/красный) и сигнализировать о состоянии канала связи, как указано в таблице 114.

Таблица 114 — Индикатор состояния CDI

Состояние индикатора	Описание
Выключено	Схема не запитана или устройство находится в режиме определения скорости
Мигающий зеленый	Устройство знает скорость передачи данных, но не участвует. Если устройство ведомое: производится ожидание STW и выделение. Если устройство является повторителем: производится ожидание STW
Зеленый	Устройство в состоянии участия. Если устройство является ведомым, то производится выделение и установливается соединение ввода-вывода. Если устройство-повторитель: производится повторение
Мигающий красный	Устройству известно о тайм-ауте, или устройство находится в режиме определения скорости с тайм-аутом
Красный	Ошибка связи устройства с обнаружением дублирующегося MAC ID
Мигающий красно-зеленый	Проходит самопроверку
Примечание — Частота мигания индикатора указана в 8.1.1.5.	

8.1.1.4 Индикаторы состояния модуля и CDI при включении питания

При включении питания должна выполняться следующая последовательность проверки индикатора:

- индикатор состояния CDI выключен;
- индикатор состояния модуля горит зеленым в течение (0,25 ± 0,1) с;
- индикатор состояния модуля горит красным в течение (0,25 ± 0,1) с;
- индикатор состояния модуля горит зеленым;
- индикатор состояния CDI горит зеленым в течение (0,25 ± 0,1) с;
- индикатор состояния CDI горит красным в течение (0,25 ± 0,1) с;
- индикатор состояния CDI выключен;
- оба индикатора принимают состояния согласно таблицам 113 и 114.

8.1.1.5 Частота мигания индикатора

Если в настоящем стандарте не указано иное, то частота вспышек индикатора должна быть раз в секунду ±0,5 с. Индикатор должен выключаться и включаться за (0,5 ± 0,25) с.

8.1.2 Переключатели

8.1.2.1 Общие положения

Устройства могут быть оснащены переключателями в зависимости от типа устройства:

- мастера могут иметь переключатели скорости передачи данных;
- ведомые устройства и повторители могут иметь переключатели адресов узлов.

8.1.2.2 Переключатели скорости передачи данных

Если для установки скорости передачи данных используются переключатели, то они должны быть закодированы, как показано в таблице 115.

Таблица 115 — Кодирование переключателя скорости передачи данных

Битовая скорость, бит/с	Настройка переключателя
4 М	0
3 М	1
1,5 М	2
93,75 к	3

Ведомое устройство или повторитель не должны иметь переключателя скорости передачи данных.

8.1.2.3 Переключатели адресов узлов

Переключатели адресов узлов и заданные значения зависят от типа переключателя устройства.

Если используются DIP-переключатели, то они должны соответствовать следующим требованиям:

- переключатели должны быть в двоичном формате;
- ориентация старших битов к младшим должна быть слева направо или сверху вниз;
- если не указано иное, то включенное положение должно быть верхним или правым.

Если используются поворотные или нажимные переключатели, то они должны соответствовать следующим требованиям:

- переключатели должны быть в десятичном формате;
- старший разряд всегда находится слева или вверху.

8.1.2.4 Тип устройства, переключатели адреса узла и диапазон их настройки

В таблице 116 приведены переключатели адресов узлов и диапазоны их установки для различных типов устройств.

Таблица 116 — Переключатели адресов

Тип устройства	Переключатели адресов
Word-ведомый	Диапазон настройки от 0 до 63. Двоичный или десятичный формат. Адреса больше 63 не могут участвовать в обмене данными
Bit-ведомый	Диапазон настройки от 0 до 127. Двоичный или десятичный формат. Адреса больше 127 не могут участвовать в обмене данными
Повторитель	Диапазон настройки от 0 до 63. Двоичный или десятичный формат. Адреса больше 63 не могут участвовать в обмене данными

8.1.3 Маркировка CompoNet

8.1.3.1 Общие положения

Данный пункт включает технические требования к следующей маркировке:

- индикаторы;
- переключатели и типы устройств;
- разъемы.

8.1.3.2 Маркировка индикатора

Индикаторы должны быть помечены их полными или сокращенными наименованиями, как указано в таблице 117.

Таблица 117 — Маркировка индикатора

Описание	Полное наименование	Сокращенное наименование
Индикатор состояния модуля	Статус модуля	MS
Индикатор состояния CDI	Статус сети	NS

8.1.3.3 Переключатель адреса узла и маркировка типа устройства

Коммутаторы адресов узлов и типы устройств должны быть отмечены их полными или сокращенными наименованиями, как указано в таблице 118.

Таблица 118 — Переключатель адреса узла и маркировка типа устройства

Тип устройства		Требования к маркировке	Вид маркировки устройства	Маркировка переключателя
Word-ведомый	IN	Этикетка: IN Цвет: оранжевый Код цвета: 2,5YR/6/13 Размер шрифта: мин. высота 1,5 мм	IN	Одно из следующего: АДРЕС УЗЛА Нет данных АДРЕС WORD-УЗЛА ADR WORD-УЗЛА
	OUT	Этикетка: OUT Цвет: желтый Код цвета: 2,5Y8/14 Размер шрифта: мин. высота 1,5 мм	OUT	
	MIX	Этикетка: IN Цвет: оранжевый Код цвета: 2,5YR/6/13 Этикетка: OUT Цвет: желтый Код цвета: 2,5Y8/14 Размер шрифта: мин. высота 1,5 мм	IN	
Bit-ведомый	IN	Этикетка: BIT IN Цвет: оранжевый Код цвета: 2,5YR/6/13 Размер шрифта: мин. высота 1,5 мм	BIT IN	Одно из следующего: АДРЕС УЗЛА Нет данных АДРЕС BIT-УЗЛА BIT-УЗЕЛ ADR
	OUT	Этикетка: BIT OUT Цвет: желтый Код цвета: 2,5Y8/14 Размер шрифта: мин. высота 1,5 мм	BIT OUT	
	MIX	Этикетка: BIT IN Цвет: оранжевый Код цвета: 2,5YR/6/13 Этикетка: BIT OUT Цвет: желтый Код цвета: 2,5Y8/14 Размер шрифта: мин. высота 1,5 мм	BIT IN BIT OUT	
Повторитель		Этикетка: RPT Цвет: зеленый Код цвета: 10GY6/10 Размер шрифта: мин. высота 1,5 мм	RPT	Одно из следующего: АДРЕС УЗЛА Нет данных АДРЕС УЗЛА RPT RPT-УЗЕЛ ADR

Этикетки могут быть черно-белыми. В случае цветных этикеток должны использоваться цвета, указанные выше.

Показанное выше содержание этикетки предназначено для устройств, использующих только один адрес узла. Для устройств, которые используют несколько адресов узлов, текст метки должен включать «xN» сразу после вышеуказанного текста. «N» представляет количество используемых адресов. Например, для устройства IN, использующего два адреса, на этикетку наносится «IN x2». Если количество адресов, используемых узлом, является переменным в зависимости от конфигурации пользователя (например, модульный I/O-блок), то на этикетку наносится «IN x».

8.1.3.4 Маркировка разъема

Соединители могут иметь маркировку для идентификации их контактов и назначения кабелей с использованием их полных наименований званий или цвета, как указано в таблице 119.

Таблица 119 — Маркировка разъема

Наименование сигнала	Контакт №	Открытый соединитель	Плоский разъем I
BS+	1	BS+	Красный
BDH	2	BDH	Белый
BDL	3	BDL	Синий
BSD	4	BSD	Черный

8.2 Кабель CompoNet

8.2.1 Обзор

Данный пункт включает технические требования к сечениям следующих кабелей:

- круглый кабель I;
- круглый кабель II;
- плоский кабель I;
- плоский кабель II.

8.2.2 Шаблон сечения кабеля

Сечение кабеля определяет характеристики пары данных, характеристики пары питания постоянным током, общие характеристики, топологию и физическую конфигурацию кабеля. Ориентация пар данных и питания является требованием спецификации. В таблицах 120—122 и 29 приведены минимальные размеры, которые должны быть установлены для сечения кабеля.

Таблица 120 — Сечение кабеля: технические требования для кабелей пары данных

Физические характеристики	Технические требования
Размер пары проводников	<размер> <материал>; <#> нити
Диаметр изоляции	<размер>
Цвета — (BDH, BDL)	
Витая пара	<#> / <расстояние>
Ленточный экран над парой	<материал>
Электрические характеристики	**Технические требования**
Импеданс	От 82 до 115 Ом (при 1 МГц, для 2-жильного кабеля) От 95 до 132 Ом (при 1 МГц, для 4-жильного кабеля)
Максимальная задержка распространения	6,5 нс/ <расстояние>
Максимальная емкость между проводниками	<#> пФ/ <расстояние> при 100 кГц
Максимальная емкость между одним проводником и другим проводником, подключенным к экрану	<#> пФ/ <расстояние> при <#> Гц
Максимальный емкостный дисбаланс	<#> пФ/ <расстояние> при <#> кГц ASTM D4566
Макс. DCR — при 20 °C	<#> Ом/1 000 м <расстояние>
Максимальное затухание	<#> дБ/<расстояние> при 8 МГц <#> дБ/<расстояние> при 6 МГц <#> дБ/<расстояние> при 4 МГц <#> дБ/<расстояние> при 3 МГц <#> дБ/<расстояние> при 93,75 кГц

Таблица 121 — Сечение кабеля: постоянный ток, технические требования к силовой паре

Физические характеристики	Технические требования
Размер пары проводников	<размер> <материал>; <#> нити
Диаметр изоляции	<#>
Цвета — (BS+, BS-)	
Витая пара	<#> / <расстояние>
Ленточный экран над парой	<материал>
Электрические характеристики	Технические требования
Макс. DCR — при 20 °C	<#> Ом/ <расстояние>

Таблица 122 — Сечение кабеля: общие технические требования

Физические характеристики	Технические требования
Геометрия	
Общая оплетка	<#> % покрытия, <#> <материал>
Неизолированный провод	<#> <материал>; <#> нити
Наружный диаметр	<size> от минимума до <size> максимума
Округлость	Дельта радиуса должна составлять <#> % от наружного диаметра
Маркировка оболочки	Наименование поставщика, номер изделия и дополнительная маркировка
Электрические характеристики	Технические требования
Макс. DCR (оплетка + лента + дренаж) — при 20 °C	<#> Ом/ <расстояние>
Экологические характеристики	Технические требования
Сертификаты агентства	
Изгиб	<#> циклы по радиусу изгиба, <#> градусов, <#> тяговое усилие, <#> циклов/минуту, <метод>
Радиус изгиба	<#> × диаметр (установка) / <#> × диаметр (фиксированный) <метод>
Рабочая температура окружающей среды	<#> °C до <#> °C
Температура хранения	<#> °C до <#> °C
Минимальное натяжение	<#> кг
Совместимость разъема	<Открытый, плоский, M12….., ….>
Совместимость топологии	<Trunk, Drop, …>
Уникальные характеристики	Специальное приложение

8.2.3 Сечение круглого кабеля I

Следующие характеристики относятся к круглому кабелю I:

- спецификации пары данных, см. таблицу 123;
- характеристики силовой пары, см. таблицу 124;
- общие характеристики, см. таблицу 125.

Таблица 123 — Круглый кабель I: технические требования к кабельной паре данных

Физические характеристики	Технические требования
Размер пары проводников	(0,75 ± 0,075) мм^2 или 18 AWG, медь (оловянное покрытие), минимальное количество проволок — 17. Максимальный шаг закрутки составляет 1 закрутка/50 мм
Диаметр изоляции	(2,3 ± 0,23) мм
Цвета — (BDH, BDL)	BDH: белый, BDL: синий (предпочтительно) или черный (по желанию)
Витая пара	Максимальный шаг навивки составляет 1 виток/92 мм
Ленточный экран над парой	Нет данных
Электрические характеристики	Технические требования
Импеданс	(97 ± 14,55) Ом (при 1 МГц)
Максимальная задержка распространения	6,5 нс/м (от 6 до 40 МГц, 20 °С)
Максимальная емкость между проводниками	100 пФ/м (при 100 кГц, 20 °С)
Максимальная емкость между одним проводником и другим проводником, подключенным к экрану	Нет данных
Емкостный дисбаланс	Нет данных
Макс. DCR (активный импеданс) при 20 °С	25,1 Ом/1 000 м
Максимальное затухание	116 дБ/1 000 м при 8 МГц 88 дБ/1 000 м при 6 МГц 60 дБ/1 000 м при 4 МГц 45 дБ/1 000 м при 3 МГц 4,6 дБ/1 000 м при 93,75 кГц

Таблица 124 — Круглый кабель I: требования к силовой кабельной паре на постоянном токе

Физические характеристики	Технические требования
Размер пары проводников	Нет данных
Диаметр изоляции	Нет данных
Цвета — (BS+, BS-)	Нет данных
Витая пара	Нет данных
Ленточный экран над парой	Нет данных
Электрические характеристики	Технические требования
Макс. DCR (активный импеданс) при 20 °С	Нет данных

Таблица 125 — Круглый кабель I: общие технические требования

Физические характеристики	Технические требования
Геометрия	Одна витая пара
Общая оплетка	Нет данных
Неизолированный провод	Нет данных
Наружный диаметр	Около 6,6 мм
Округлость	От 90 % до 110 %
Маркировка оболочки	Наименование поставщика, номер изделия и дополнительная маркировка

Окончание таблицы 125

Физические характеристики	Технические требования
Электрические характеристики	Технические требования
Макс. DCR (оплетка + лента + дренаж) — при 20 °С	Нет данных
Применимые экологические требования	Спецификация
Сертификаты агентства	Нет данных
Изгиб	Определяется поставщиком
Радиус изгиба	Определяется поставщиком
Рабочая температура окружающей среды	От –10 °С до +60 °С
Температура хранения	От –20 °С до +65 °С
Минимальное усилие натяжения	29,48 кг максимум
Совместимость разъема	Открытый разъем
Совместимость топологии	Магистраль, ответвление

8.2.4 Сечение круглого кабеля II

Следующие характеристики относятся к круглому кабелю II:

- технические требования к кабельной паре данных (см. таблицу 126);
- характеристики силовой пары (см. таблицу 127);
- общие технические требования (см. таблицу 128);
- физическая конфигурация (см. рисунок 96).

Таблица 126 — Круглый кабель II: требование к информационной паре

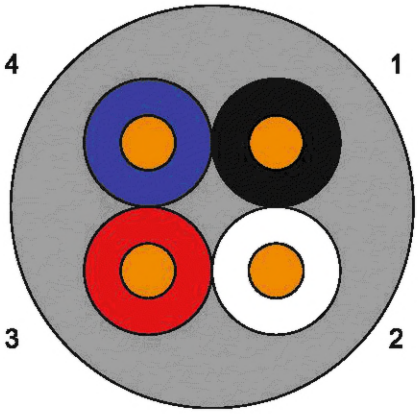
Физические характеристики	Технические требования
Размер пары проводников	(0,75 ± 0,075) мм^2 или 18 AWG, медь (оловянное покрытие), минимальное количество проволок — 17. Максимальный шаг закрутки составляет 1 закрутка/50 мм
Диаметр изоляции	(2,3 ± 0,23) мм
Цвета — (BDH, BDL)	BDH: белый, BDL: синий (предпочтительно) или черный (по желанию)
Витая пара	Нет данных
Ленточный экран над парой	Нет данных
Электрические характеристики	Технические требования
Импеданс	От 120 Ом — 18 Ом до 120 Ом + 12 Ом (при 1 МГц)
Максимальная задержка распространения	6,5 нс/м (от 6 до 40 МГц, 20 °С)
Максимальная емкостная асимметрия	7 260 пФ/1 000 м, при 100 кГц
Максимальная емкость между одним проводником и другим проводником, подключенным к экрану	Нет данных
Емкостный дисбаланс	Нет данных
Макс. DCR (активный импеданс) при 20 °С	25,1 Ом/1 000 м
Максимальное затухание	116 дБ/1 000 м при 8 МГц 88 дБ/1 000 м при 6 МГц 60 дБ/1 000 м при 4 МГц 45 дБ/1 000 м при 3 МГц 4,6 дБ/1 000 м при 93,75 кГц

Таблица 127 — Круглый кабель II: требования к силовой кабельной паре на постоянном токе

Физические характеристики	Технические требования
Размер пары проводников	(0,75 ± 0,075) мм^2 или 18 AWG, медь (оловянное покрытие), минимальное количество проволок — 17. Максимальный шаг закрутки составляет 1 виток/50 мм
Диаметр изоляции	(2,3 ± 0,23) мм
Цвета — (BS+, BS-)	BS+: красный; BS-: черный
Витая пара	Нет данных
Ленточный экран над парой	Нет данных
Электрические характеристики	Технические требования
Макс. DCR (активный импеданс) при 20 °C	25,1 Ом/1 000 м

Таблица 128 — Круглый кабель II: общие технические требования

Физические характеристики	Технические требования
Геометрия	Непарный, 4-жильный, скрученный. Чередование: черный, белый, красный, синий (предпочтительно) или зеленый (по желанию)
Общая оплетка	Нет данных
Неизолированный провод	Нет данных
Наружный диаметр	Около 7,6 мм
Округлость	От 90 % до 110 %
Маркировка оболочки	Наименование поставщика, номер изделия и дополнительная маркировка
Электрические характеристики	Технические требования
Макс. DCR (оплетка + лента + дренаж) — при 20 °C	Нет данных
Экологические характеристики	Технические требования
Сертификаты агентства	Нет данных
Изгиб	Определяется продавцом
Радиус изгиба	Определяется продавцом
Рабочая температура окружающей среды	От –10°C до +60°C
Температура хранения	От –20°C до +65°C
Минимальное усилие натяжения	29,48 кг максимум
Совместимость разъема	M12, открытый
Совместимость топологии	Магистраль, ответвление



1 — черный; 2 — белый; 3 — красный; 4 — синий (предпочтительно) или зеленый (по желанию)

Рисунок 96 — Структура круглого кабеля II

8.2.5 Сечение плоского кабеля I

Следующие характеристики относятся к плоскому кабелю I:

- спецификации пары данных (см. таблицу 129);
- характеристики силовой пары (см. таблицу 130);
- общие характеристики (см. таблицу 131);
- физическая конфигурация (см. рисунки 97 и 98).

Таблица 129 — Плоский кабель II: требование к информационной паре

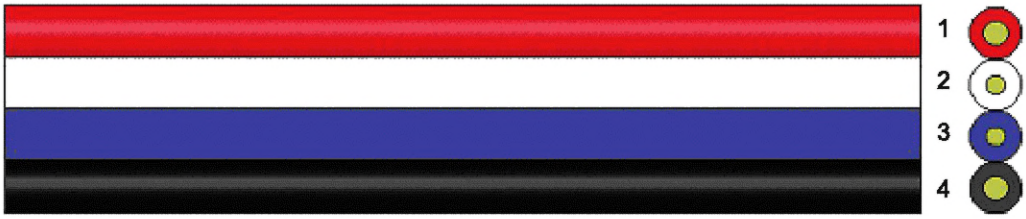
Физические характеристики	Технические требования
Размер пары проводников	20 проволок 0,18 мм ±0,008 мм (0,5 мм^2), Медь (оловянное покрытие), максимальный шаг навивки 1 виток/25 мм
Диаметр изоляции	2,54 мм ± 0,06 мм
Цвета — (BDH, BDL)	BDH: белый, BDL: синий
Витая пара	Нет данных
Ленточный экран над парой	Нет данных
Электрические характеристики	**Технические требования**
Импеданс	(120 ± 12) Ом (при 1 МГц)
Максимальная задержка распространения	5,9 нс/м (от 6 до 40 МГц, 20 °C)
Максимальная емкость между проводниками	54,4 пФ/м (при 1 кГц, 20 °C)
Максимальная емкостная асимметрия	6 050 пФ/1 000 м, при 100 кГц ASTMD4566
Максимальная емкость между одним проводником и другим проводником, подключенным к экрану	Нет
Макс. DCR (активный импеданс) при 20 °C	37,5 Ом/1 000 м
Максимальное затухание	106 дБ/1 000 м при 8 МГц 81 дБ/1 000 м при 6 МГц 55 дБ/1 000 м при 4 МГц 42 дБ/1 000 м при 3 МГц 5,1 дБ/1 000 м при 93,75 кГц

Таблица 130 — Плоский кабель I: требования к силовой кабельной паре на постоянном токе

Физические характеристики	Технические требования
Размер пары проводников	20 проволок (0,18 ± 0,008) мм (0,5 мм^2), медь (оловянное покрытие), максимальный шаг навивки 1 виток/25 мм
Диаметр изоляции	(2,54 ± 0,06) мм
Цвета — (BS+, BS-)	BS+: красный; BS-: черный
Витая пара	Нет данных
Ленточный экран над парой	Нет данных
Электрические характеристики	Технические требования
Макс. DCR (активный импеданс) при 20 °C	25,1 Ом/1 000 м

Таблица 131 — Плоский кабель I: общие технические требования

Физические характеристики	Технические требования
Геометрия	Плоский 4-жильный
Общая оплетка	Нет
Неизолированный провод	Нет
Наружный диаметр	Ширина: 10,16 мм — от 0,5 до ±0 мм; высота: (2,54 ± 0,6) мм
Округлость	Нет данных
Маркировка оболочки	Наименование поставщика, номер изделия и дополнительная маркировка
Электрические характеристики	Технические требования
Макс. DCR (оплетка + лента + дренаж) — при 20 °C	Нет
Экологические характеристики	Технические требования
Сертификаты агентства	Определяется продавцом
Изгиб	Определяется продавцом
Радиус изгиба	Определяется продавцом
Рабочая температура окружающей среды	От –10 °C до +55 °C
Температура хранения	От –20 °C до +65 °C
Минимальное усилие натяжения	18,14 кг
Совместимость разъема	Плоский I
Совместимость топологии	Магистраль, ответвление



1 — красный, 2 — белый; 3 — синий; 4 — черный

Рисунок 97 — Структура плоского кабеля I

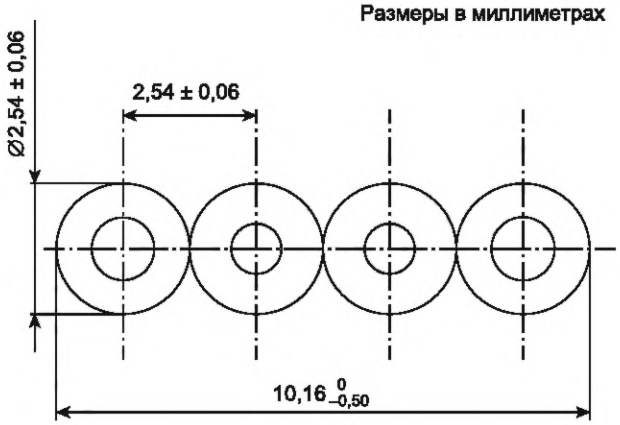


Рисунок 98 — Размеры плоского кабеля I

8.2.6 Профиль плоского кабеля II

Плоский кабель II должен соответствовать следующим техническим требованиям:

- требования к информационной кабельной паре (см. таблицу 132);
- требования к силовой паре (см. таблицу 133);
- общие технические требования (см. таблицу 134);
- физическая конфигурация согласно рисункам 99 и 100.

Таблица 132 — Плоский кабель II: спецификация информационной пары

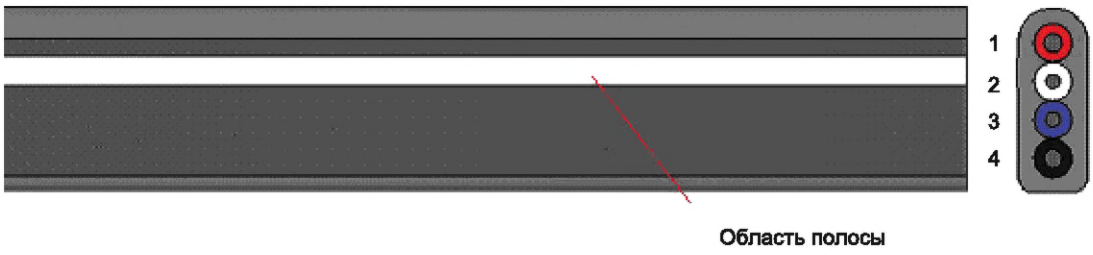
Физические характеристики	Технические требования
Размер пары проводников	20 проволок (0,18 ± 0,008) мм (0,5 мм^2), медь (оловянное покрытие), максимальный шаг навивки 1 виток/25 мм
Диаметр изоляции	(2,3 ± 0,23) мм
Цвета — (BDH, BDL)	BDH: белый, BDL: синий
Витая пара	Нет данных
Ленточный экран над парой	Нет данных
Электрические характеристики	Технические требования
Импеданс	От 120 Ом — 18 Ом до 120 Ом + 12 Ом (при 1 МГц)
Максимальная задержка распространения	6,3 нс/м (при 1 кГц, 20 °С)
Максимальная емкость между одним проводником и другим проводником, подключенным к экрану	Нет
Максимальная емкостная асимметрия	89 пФ/м (при 100 кГц, 20 °С)
Макс. DCR (активный импеданс) при 20 °С	25,1 Ом/1 000 м
Максимальное затухание	114 дБ/1 000 м при 8 МГц 86 дБ/1 000 м при 6 МГц 59 дБ/1 000 м при 4 МГц 45 дБ/1 000 м при 3 МГц 5,5 дБ/1 000 м при 93,75 кГц

Таблица 133 — Плоский кабель II: требования к силовой паре на постоянном токе

Физические характеристики	Технические требования
Размер пары проводников	20 проволок (0,18 ± 0,008) мм (0,5 мм^2), медь (оловянное покрытие), максимальный шаг навивки 1 виток/25 мм
Диаметр изоляции	(2,54 ± 0,06) мм
Цвета — (BS+, BS-)	BS+: красный; BS-: черный
Витая пара	Нет данных
Ленточный экран над парой	Нет данных
Электрические характеристики	Технические требования
Макс. DCR (активный импеданс) при 20 °C	25,1 Ом/1 000 м

Таблица 134 — Плоский кабель II: общие технические требования

Физические характеристики	Технические требования
Геометрия	Плоский 4-жильный
Общая оплетка	Нет
Неизолированный провод	Нет
Внешний диаметр	Ширина: (12,15 ± 0,3) мм; высота: (4,56 ± 0,2) мм
Округлость	Нет данных
Маркировка оболочки	Наименование поставщика, номер изделия и дополнительная маркировка
Электрические характеристики	Технические требования
Макс. DCR (оплетка + лента + дренаж) — при 20 °C	Нет
Экологические характеристики	Технические требования
Сертификаты агентства	Определяется продавцом
Изгиб	Определяется продавцом
Радиус изгиба	Определяется продавцом
Рабочая температура окружающей среды	От –10°C до + 55°C
Температура хранения	От –20°C до + 65°C
Минимальное усилие натяжения	36,28 кг
Совместимость разъема	Плоский II
Совместимость топологии	Магистраль, ответвление



1 — красный, 2 — белый; 3 — синий; 4 — черный

Рисунок 99 — Структура плоского кабеля II

Кабель должен быть маркирован контрастной полосой в верхнем квадранте 3/4, как показано на рисунке 99.

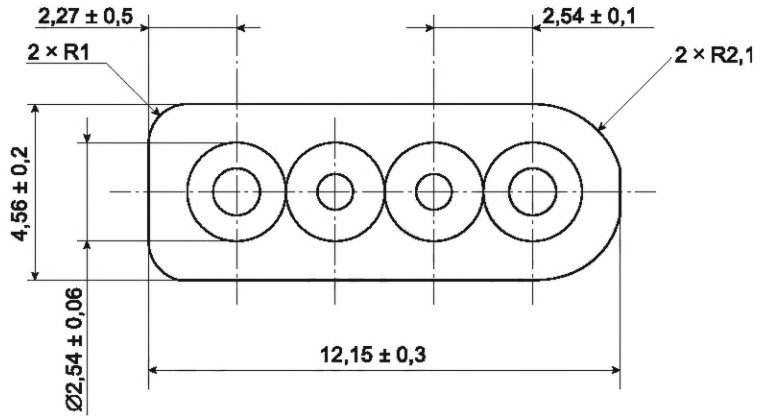


Рисунок 100 — Размер (в миллиметрах) плоского кабеля II

8.3 Терминатор

8.3.1 Общие положения

Терминатор (ограничитель) состоит из согласующего резистора и нагрузочного конденсатора.

8.3.2 Согласующий резистор

Металлопленочный резистор сопротивлением (121 ± 1,21) Ом и рассеиваемой мощностью 0,25 Вт должен подключаться между BDH и BDL, на конце магистрали и конце ответвления.

8.3.3 Нагрузочный конденсатор

Конденсатор емкостью (0,01 ± 0,001) пФ на постоянном токе и напряжением более 50 В должен подключаться между BS+ и BS-, на конце магистрали и конце субмагистрали во всех сетях с использованием 4-жильного кабеля.

8.4 Соединители (разъемы)

8.4.1 Общие положения

Данный пункт включает технические требования для следующих соединителей:

- открытый разъем;
- плоский разъем I;
- плоский разъем II;
- герметичный разъем M12.

8.4.2 Шаблон

Тип соединителя определяет ориентацию вилки и розетки, общие характеристики, характеристики контактов, электрические характеристики и условия окружающей среды. В таблице 135 представлены минимальные поля, которые должны быть определены для профиля соединителя.

В данном случае разъем является вилочной частью, которая соединяется с разъемами, являющимися розеточной частью. Адаптеры — это кабельные аксессуары, используемые для соединения кабелей одного типа и разъемов одного типа, которые могут иметь разное назначение. Обычно они используются в сети для поддержки ветвления и многоканальной топологии.

Таблица 135 — Шаблон профиля соединителя

Общие характеристики вилки	Технические требования
Количество контактов	<#>
Стяжная гайка	<#>
Резьба стяжной гайки	<#>
Вращение	<#>
Стандарт	<#>
Расположение контактов (цоколевка)	BS+: Pin<#>, BDH: Pin<#>, BDL: Pin<#>, BS-: Pin<#>
Общие характеристики штепсельного гнезда (розетки)	Технические требования
Количество контактов	<#>
Стяжная гайка	<#>
Резьба стяжной гайки	<#>
Вращение	<#>
Стандарт	<#>
Расположение контактов (цоколевка)	BS+: Pin<#>, BDH: Pin<#>, BDL: Pin<#>, BS-: Pin<#>
Физические характеристики	Технические требования
Скользящий контакт	Никелевое покрытие свыше <#> мкм
Требования к покрытию	Позолота более <#> мкм
Минимальный срок службы скользящего контакта	<#> вставка-извлечение
Физические размеры контакта	В соответствии с xxxxx
Электрические характеристики	Технические требования
Минимальное рабочее напряжение	30 В постоянного тока
Минимальная токовая нагрузка контакта	<#> А
Максимальное сопротивление контакта	<#> мОм (исходное)
	<#> мОм (финальное)
Экологические требования	Технические требования
Водостойкость	<#>
Маслостойкость	<#>
Рабочая температура окружающей среды	От <#> °С до <#> °С
Температура хранения	От <#> °С до <#> °С
Механический удар	Критерии приемлемости

Окончание таблицы 135

Экологические требования	Технические требования
	Условия испытаний
Вибрация	Критерии приемлемости
	Условия испытаний
Кабели	Технические требования
Подключаемый кабель	<Круглый кабель I, …>

8.4.3 Технические требования зацепления для соединительных профилей: открытый, плоский I, плоский II

Все вилки и розетки соединителей данного профиля должны соответствовать требованиям, приведенным на рисунках 101 и 102.

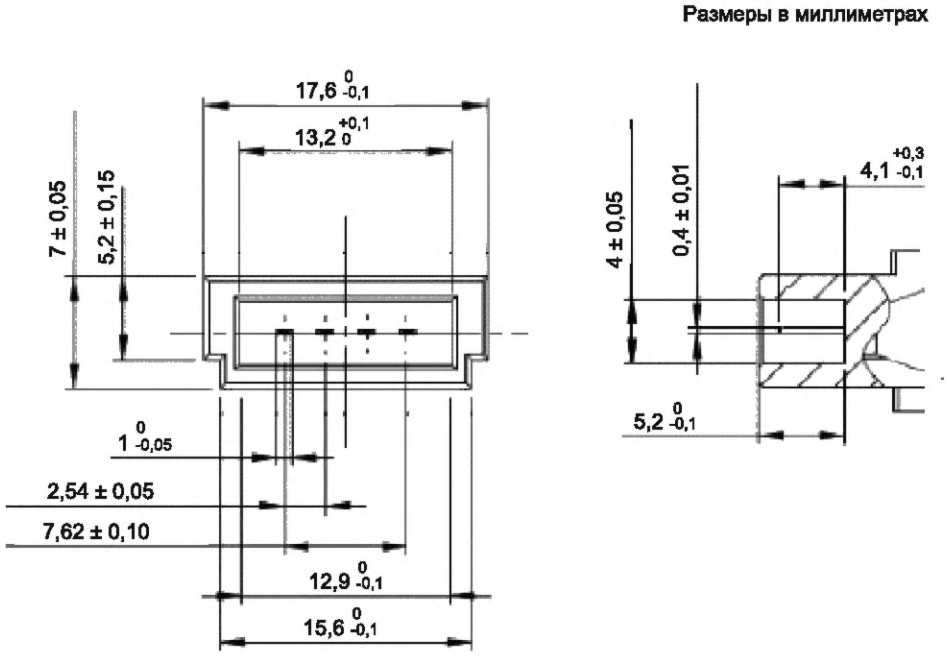
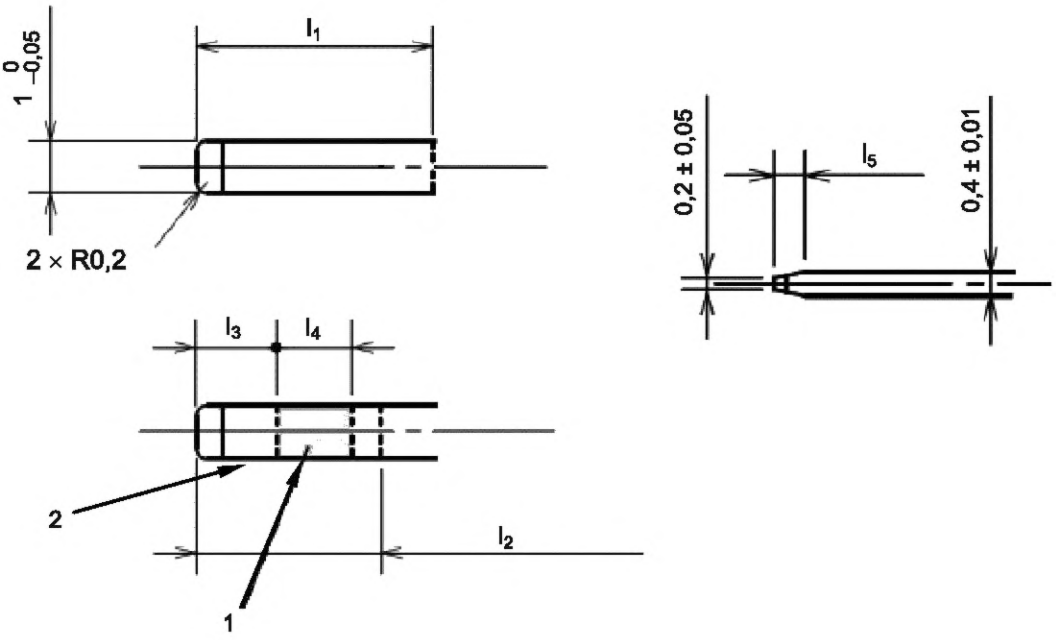


Рисунок 101 — Присоединительные размеры штекерного соединителя

Размеры в миллиметрах



Требования	l_1	l_2
Минимальная длина	4,5	3,5

Требования	l_3	l_4	l_5
Длина	1,5 ± 0,05	1,5 ± 0,05	0,5 ± 0,05

1 — контактная область; 2 — область диэлектрического покрытия

Рисунок 102 — Контактные области штекерного соединителя

Все соединители данного профиля должны соответствовать требованиям, приведенным на рисунке 103. Размеры гнездового контакта не указаны. Штекерное гнездо (розетка) должно соответствовать конструкции вилки.

Размеры в миллиметрах

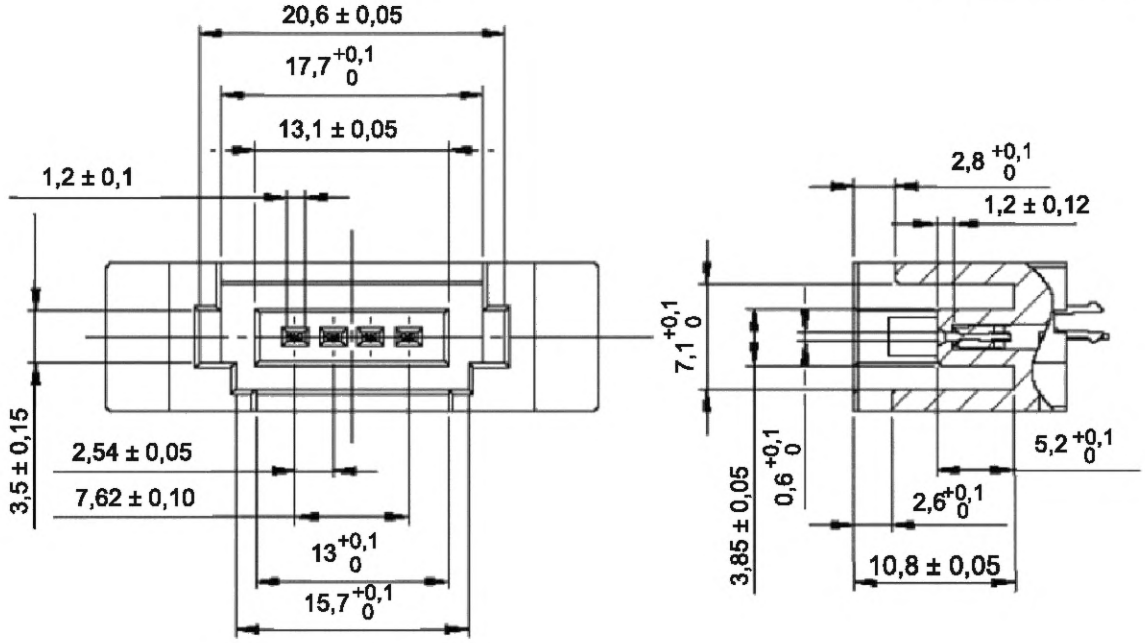


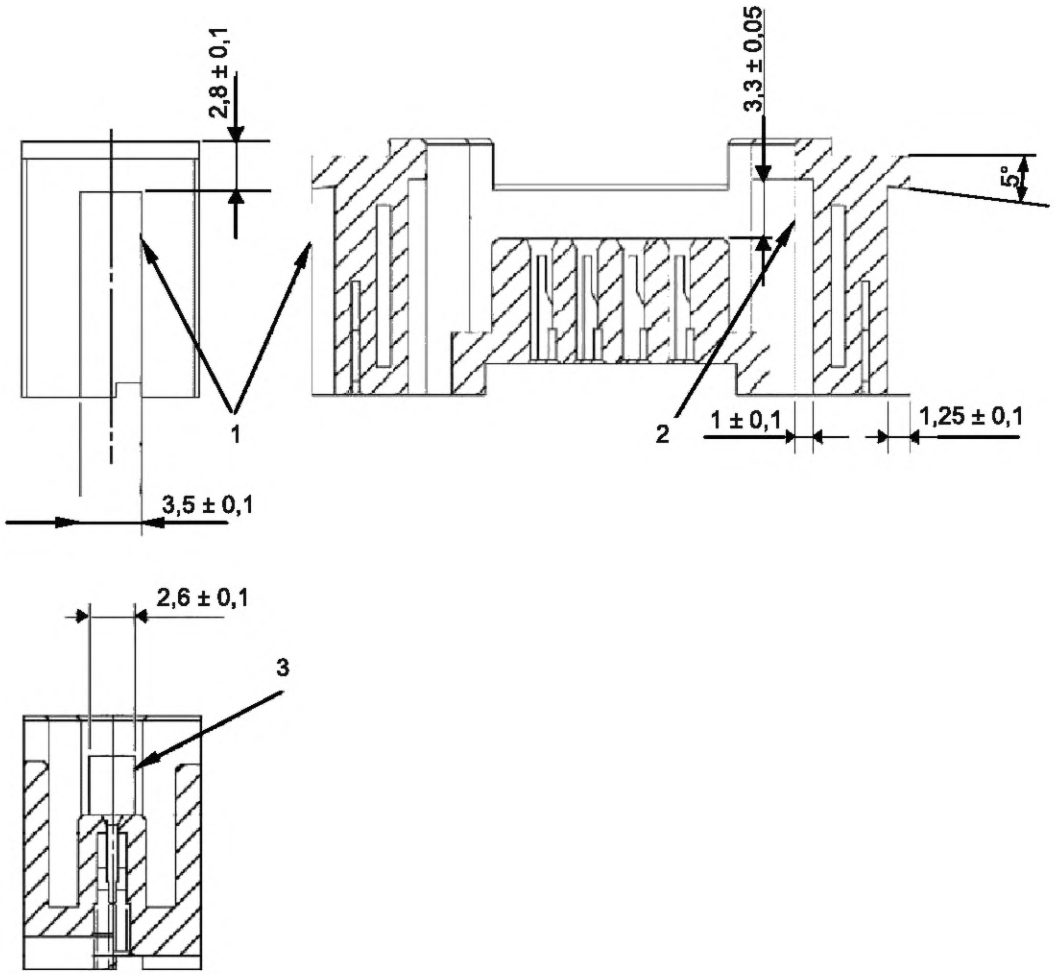
Рисунок 103 — Присоединительные размеры штекерного соединителя

8.4.4 Характеристики фиксирующих приспособлений соединительных профилей: открытые, плоские I, плоские II

Фиксирующие приспособления (защелки) служат для фиксации соединительных частей розеток и вилок в сопряженном положении. Как показано на рисунке 104, для гнезд открытых соединителей профиль I и профиль II должны иметь внутренние крюки и пазы для внешних крюков (которые не являются обязательными). Конструкции вставных и гнездовых крюков должны быть совместимы.

Внешние крючки являются опционными, однако опыт показывает, что гнездовые зацепы, не поддерживающие внешние крючки, используются ограниченно. Рекомендуется, чтобы в каталогах поставщиков четко указывались все гнездовые соединения, не предполагающие внешних фиксаторов.

Размеры в миллиметрах



1 — внешние фиксаторы; 2 — внутренние крючки; 3 — внутренние крючки

Рисунок 104 — Фиксаторы соединителей

8.4.5 Открытый соединительный профиль

В таблице 136 приведен профиль открытого соединителя. Контакты геометрия представлены на рисунках 105 и 106.

Таблица 136 — Технические требования к открытым соединителям

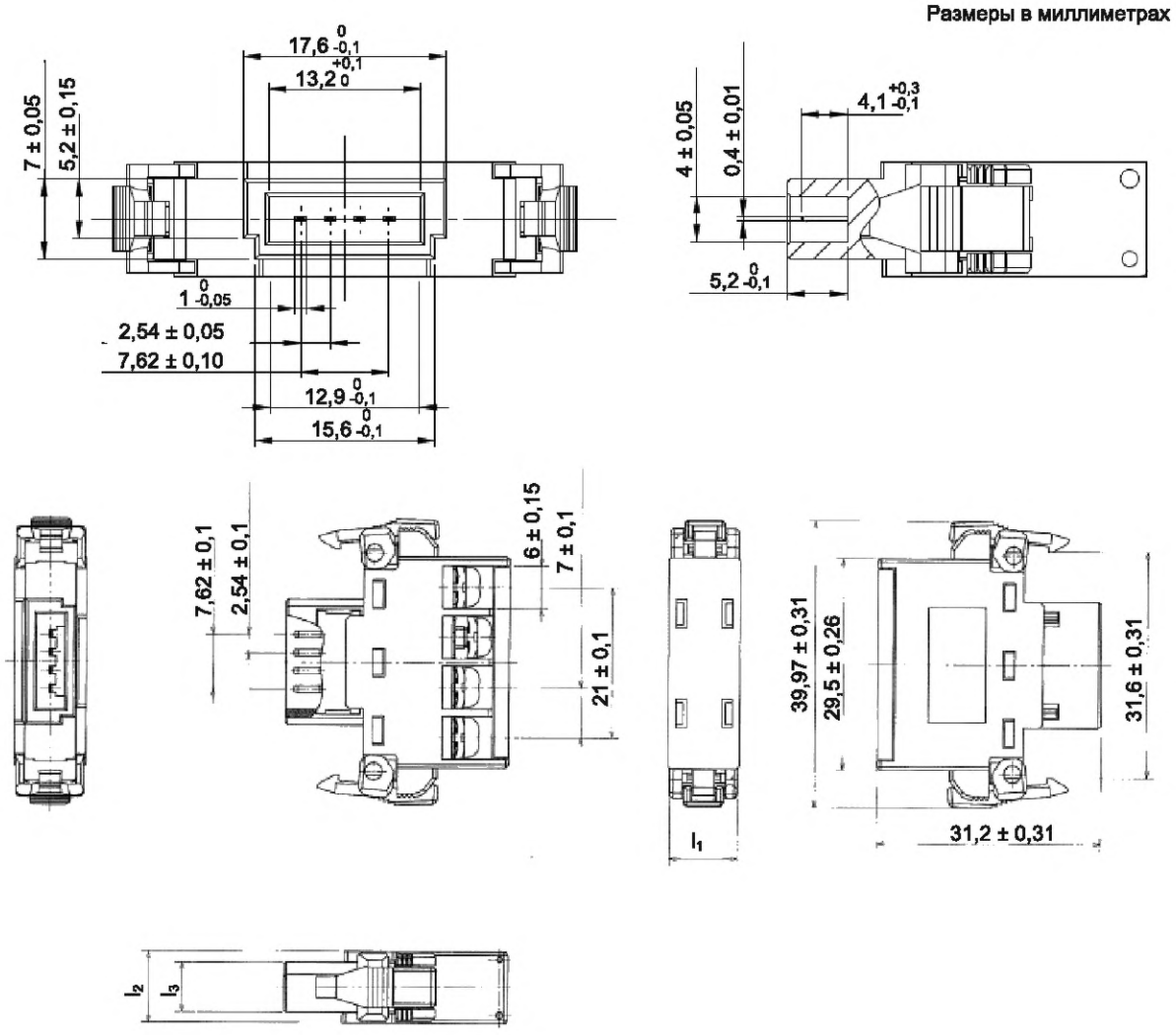
Общие характеристики вилки	Технические требования
Количество контактов	4
Стяжная гайка	Нет данных
Резьба стяжной гайки	Нет данных
Вращение	Нет данных
Стандарт	Определяется поставщиком
Расположение контактов (цоколевка)	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4

Продолжение таблицы 136

Общие характеристики штепсельного гнезда (розетки)	Технические требования
Количество контактов	4
Стяжная гайка	Нет данных
Резьба стяжной гайки	Нет данных
Вращение	Нет данных
Стандарт	Определяется поставщиком
Расположение контактов (цоколевка)	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4
Физические характеристики	Технические требования
Скользящий контакт Требования к покрытию	Никелевое покрытие не менее 2,0 мкм, позолота более 0,4 мкм
Минимальный срок службы скользящего контакта	100 вставок-извлечений
Физические размеры контакта	Согласно 8.4.3
Электрические характеристики	Технические требования
Минимальное рабочее напряжение	30 В постоянного тока
Минимальная токовая нагрузка контакта	5 А [a), b)]
Максимальное сопротивление контакта [c)]	40 мОм (начальное) 50 мОм (окончательное) IEC 60512-1 и см. рисунок 111
Экологические характеристики	Технические требования
Водостойкость	Нет данных
Маслостойкость	Нет данных
Рабочая температура окружающей среды	От –30 °С до +55 °С полная мощность с линейным снижением номинального тока до 2,5 А при 70 °С [b)]
Температура хранения	От –35 °С до +80 °С
Механический удар	Критерии приемлемости: Во время испытания прерывание тока не должно происходить в течение 1 мкс или более. Контактное сопротивление: 50 мОм или менее. Внешний вид и форма: без физических повреждений. Условия испытаний: Ускорение: 490 м/с^2. Продолжительность: 11 мс. 3 раза в каждом из 6 направлений по 3 осям (всего 18 раз)
Вибрация	Критерии приемлемости: Во время испытания ни одно прерывание тока не должно длиться 1 мкс или более. Контактное сопротивление: 50 Ом или менее. Внешний вид и форма: без физических повреждений. Условия испытаний: Частота: от 10 до 500 Гц. Время развертки: 20 мин. Амплитуда: 1,52 мм или 98 м/с^2. 2 ч по каждой из 3 осей (всего 6 ч)
Кабели	Определяется поставщиком
Подключаемый кабель	Кабели: круглый I, круглый II, плоский I

Окончание таблицы 136

[a] Сопряжение и разъединение разъема не поддерживаются, когда сеть включена. [b] См. рисунок 108 для снижения номинального тока. [c] Включает: сопротивление коннектора с прорезанием изоляции (IDC) к проводам и сопротивление контактов вилки в гнезде (см. рисунок 108).



	l_1	l_2	l_3
Длина	0,5 ± 0,18	10 ± 0,18	7 ± 0,18

Рисунок 105 — Вилка открытого разъема (в качестве информации)

Размеры в миллиметрах

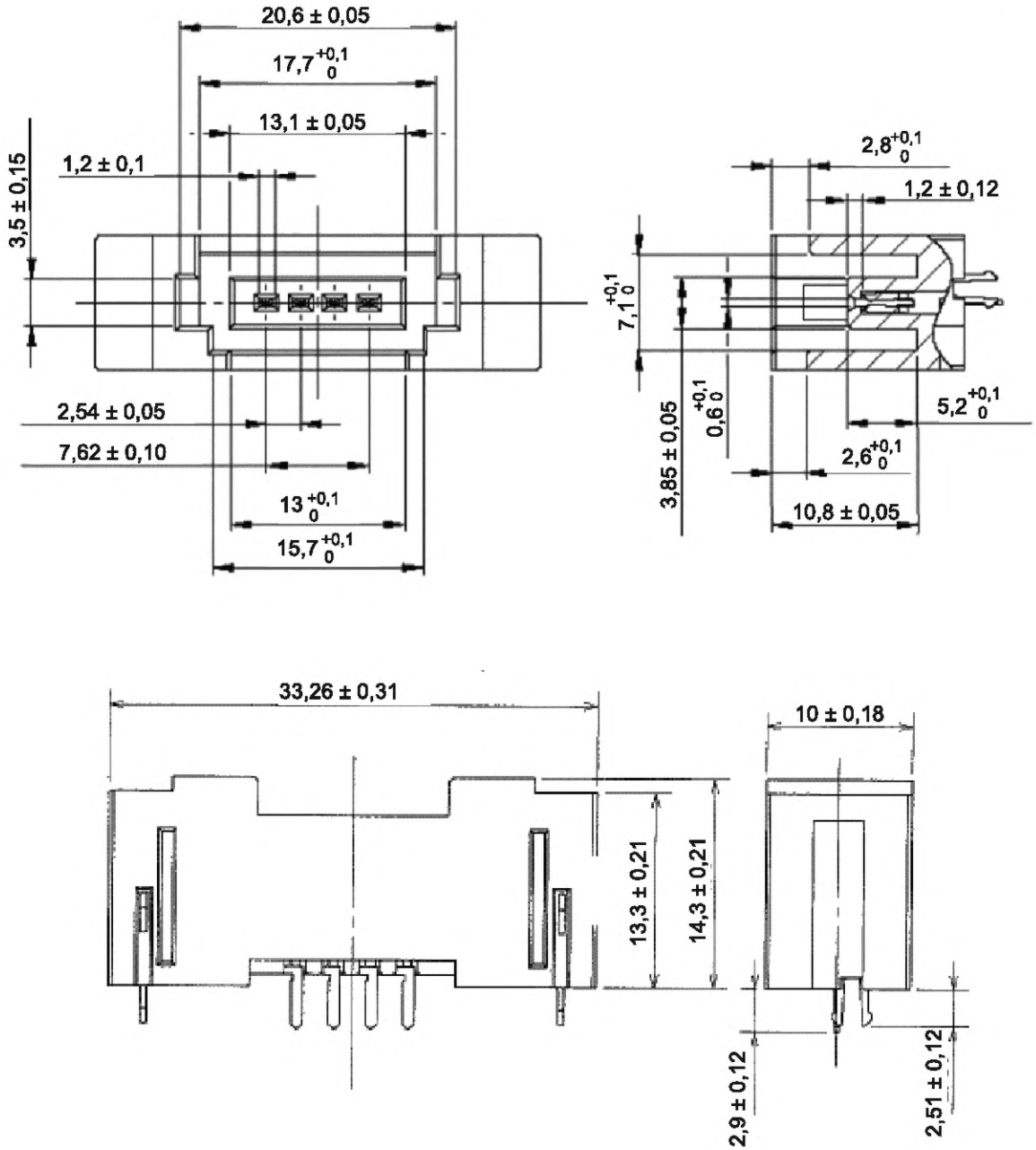


Рисунок 106 — Розетка открытого разъема (справочная информация)

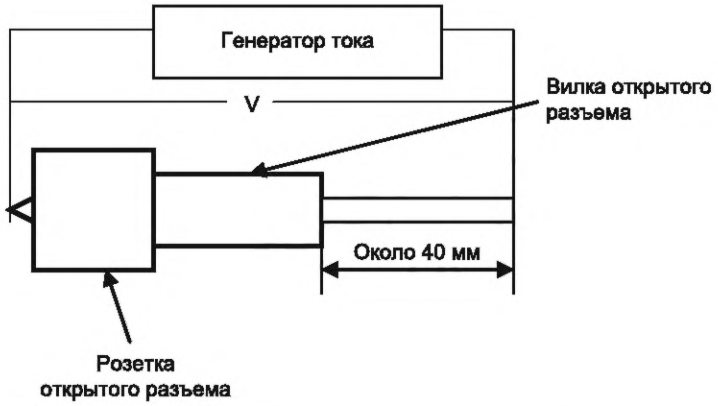


Рисунок 107 — Метод измерения контактного сопротивления (разомкнутые соединители)

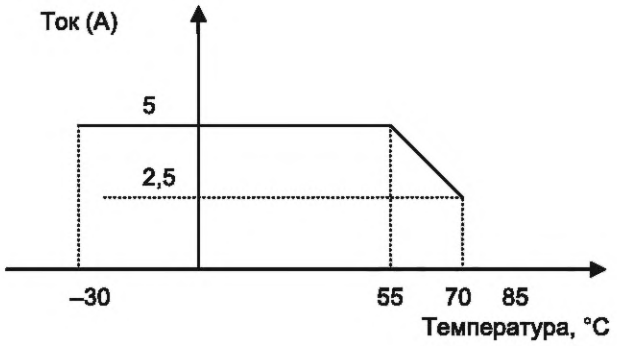


Рисунок 108 — Снижение номинального тока разъемов

8.4.6 Профиль плоского соединителя I

Таблица 137 определяет I-образный профиль плоского соединителя. Контакты и геометрия приведены на рисунках 109 и 110.

Таблица 137 — Спецификация плоского соединителя I

Общие характеристики вилки	Технические требования
Количество контактов	4
Стяжная гайка	Нет данных
Резьба стяжной гайки	Нет данных
Вращение	Нет данных
Стандарт	Определяется поставщиком
Расположение контактов (цоколевка)	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4
Общие характеристики штепсельного гнезда (розетки)	Технические требования
Количество контактов	4
Стяжная гайка	Нет данных
Резьба стяжной гайки	Нет данных
Вращение	Нет данных
Стандарт	Определяется поставщиком
Расположение контактов (цоколевка)	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4

Окончание таблицы 137

Общие характеристики штепсельного гнезда (розетки)	Технические требования
Конденсатор между BS+ и BS-	(0,01 ± 0,001) мкФ или (0,22 ± 0,022) мкФ, минимум 50 В [d]
Физические характеристики	Технические требования
Скользящий контакт Требования к покрытию	Никелевое покрытие не менее 2,0 мкм, позолота более 0,4 мкм
Минимальный срок службы скользящего контакта	100 вставок-извлечений
Физические размеры контакта	Согласно 8.4.3
Электрические характеристики	Технические требования
Минимальное рабочее напряжение	30 В постоянного тока
Минимальная токовая нагрузка контакта	5 А [a), b)]
Максимальное сопротивление контакта [c)]	40 мОм (начальное) 50 мОм (окончательное) IEC 60512-1 и см. рисунок 111
Экологические характеристики	Технические требования
Водостойкость	Нет данных
Маслостойкость	Нет данных
Рабочая температура окружающей среды	От –30 °С до +55 °С полная мощность с линейным снижением номинального тока до 2,5 А при 70 °С [b)]
Температура хранения	От –35 °С до +80 °С
Механический удар	Критерии приемлемости: Во время испытания прерывание тока не должно происходить в течение 1 мкс или более. Контактное сопротивление: 50 мОм или менее. Внешний вид и форма: без физических повреждений. Условия испытаний: Ускорение: 490 м/с^2. Продолжительность: 11 мс. 3 раза в каждом из 6 направлений по 3 осям (всего 18 раз)
Вибрация	Критерии приемлемости: Во время испытания ни одно прерывание тока не должно длиться 1 мкс или более. Контактное сопротивление: 50 Ом или менее. Внешний вид и форма: без физических повреждений. Условия испытаний: Частота: от 10 до 500 Гц. Время развертки: 20 мин. Амплитуда: 1,52 мм или 98 м/с^2. 2 часа по каждой из 3 осей (всего 6 ч)
Кабели	Определяется поставщиком
Подключаемый кабель	Плоский кабель I

[a)] Сопряжение и разъединение разъемов не поддерживаются, когда сеть включена.

[b)] См. рисунок 108 для снижения номинального тока.

[c)] Включает: сопротивление коннектора с прорезанием изоляции (IDC) к проводам и сопротивление контактов вилки в гнезде (см. рисунок 111).

[d)] Все разъемы в магистрали или ответвлении должны иметь встроенный конденсатор емкостью 0,01 или 0,22 мкФ. Для разъема, установленного на печатной плате, конденсатор может быть установлен на печатной плате порта мастера или ведомого. См. 5.7.3, 5.7.4 и рисунок 116.

Размеры в миллиметрах

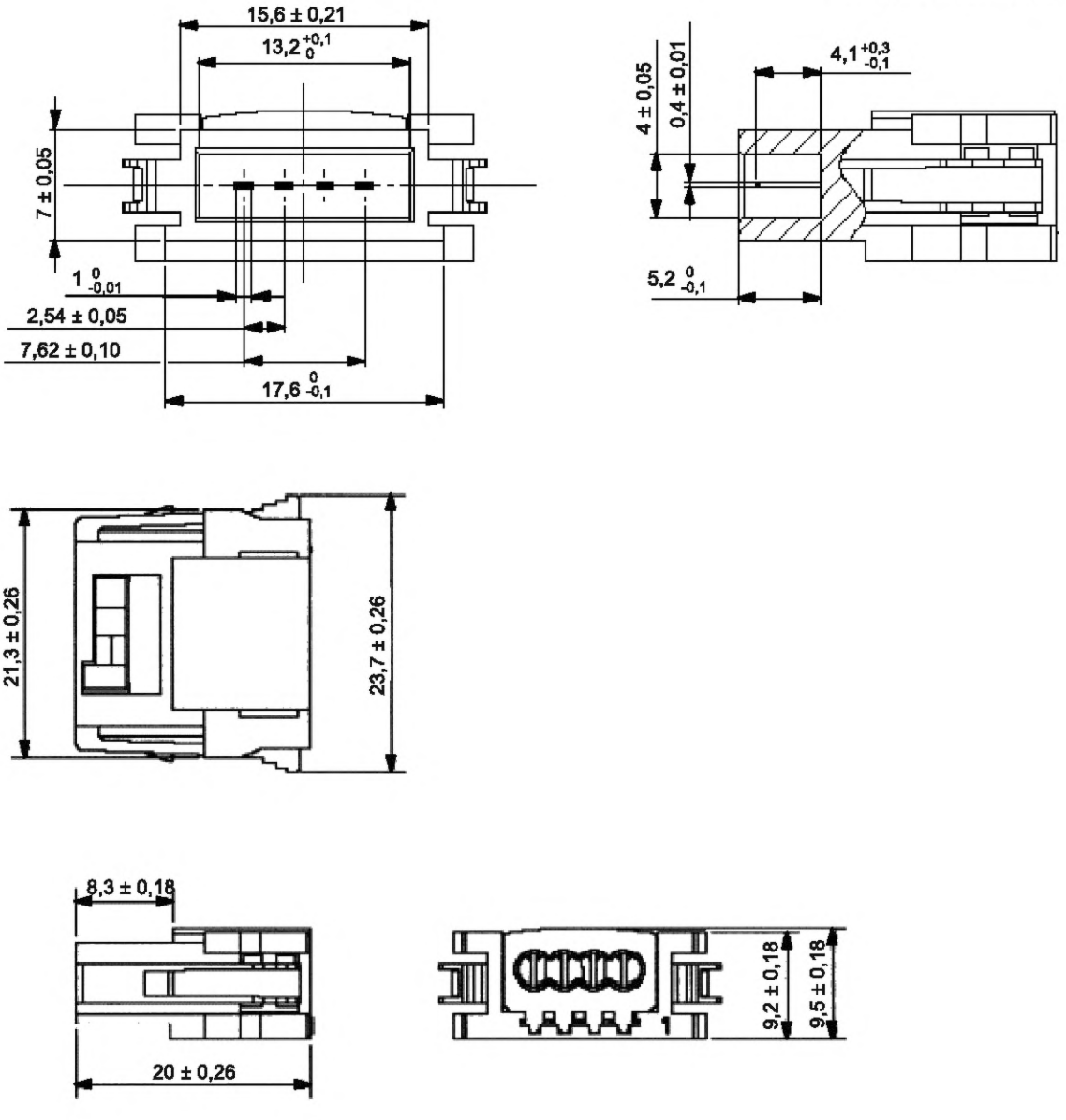


Рисунок 109 — Вилка плоского соединителя I

Размеры в миллиметрах

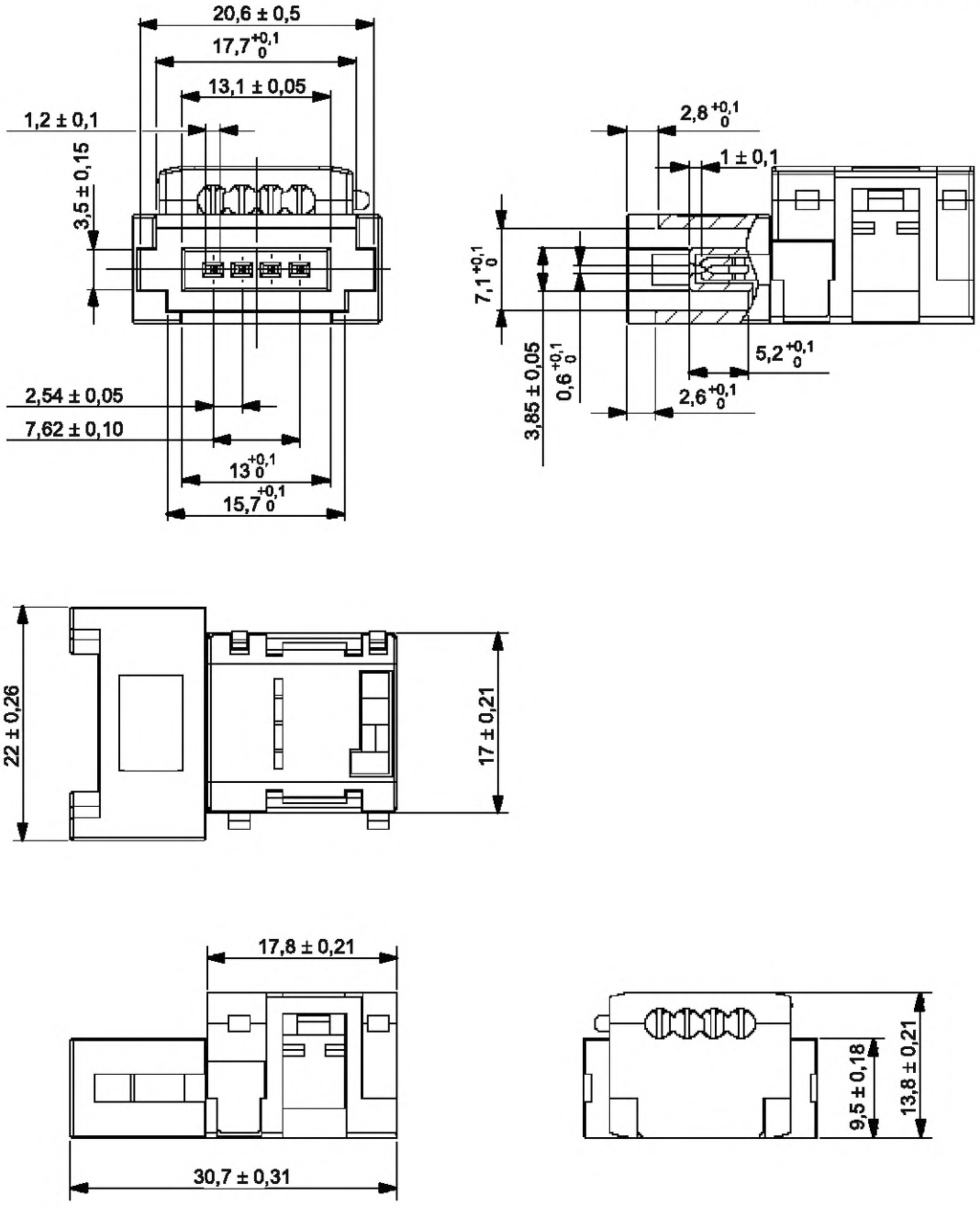


Рисунок 110 — Штекерное гнездо (розетка) плоского разъема I (для сведения)

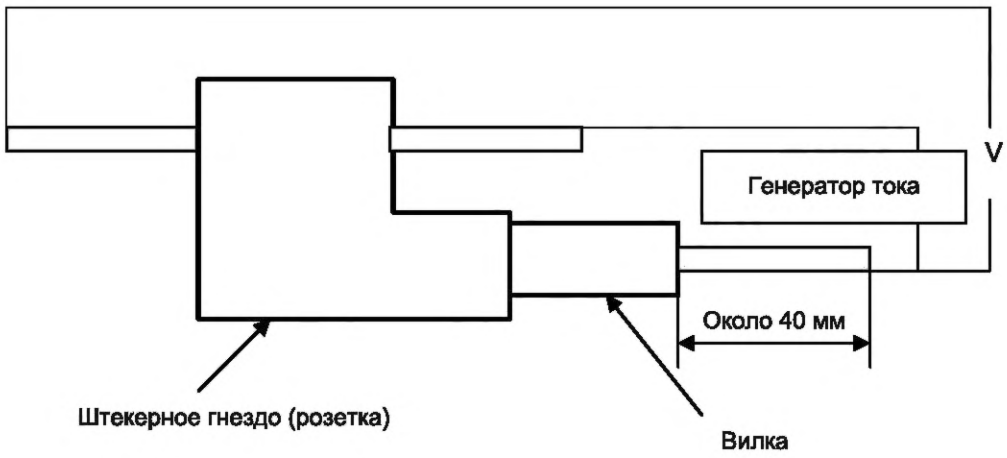


Рисунок 111 — Метод измерения контактного сопротивления
(плоские разъемы I, II)

В случае штекерного гнезда, смонтированного на печатной плате, контактное сопротивление должно быть измерено между контактом печатной платы и концом 40-миллиметрового кабеля на вилке.

8.4.7 Профиль плоского соединителя II

Таблица 138 определяет профиль плоского соединителя II. Контакты и геометрия указаны на рисунках 112—114.

Таблица 138 — Технические характеристики плоского соединителя II

Общие характеристики вилки	Технические требования
Количество контактов	4
Стяжная гайка	Нет данных
Резьба стяжной гайки	Нет данных
Вращение	Нет данных
Стандарт	
Расположение контактов (цоколевка)	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4
Общие характеристики штепсельного гнезда (розетки)	Технические требования
Количество контактов	4
Стяжная гайка	Нет данных
Резьба стяжной гайки	Нет данных
Вращение	Нет данных
Стандарт	
Расположение контактов (цоколевка)	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4
Конденсатор между BS+ и BS-	0,01 мкФ ± 0,001 мкФ или 0,22 мкФ ± 0,022 мкФ, минимум 50 В [d]
Физические характеристики	Технические требования
Скользящий контакт Требования к покрытию	Никелевое покрытие не менее 2,0 мкм, позолота более 1,2 мкм
Минимальный срок службы скользящего контакта	100 вставок-извлечений

Окончание таблицы 138

Электрические характеристики	Технические требования
Минимальное рабочее напряжение	30 В постоянного тока
Минимальная токовая нагрузка контакта	5 А [a), b)]
Максимальное сопротивление контакта [c)]	40 мОм (начальное) 50 мОм (окончательное) IEC 60512-1 и см. рисунок 111
Физические размеры контактов	Согласно 8.4.3
Экологические характеристики	Технические требования
Водостойкость	IP54 (согласно IEC 60529)
Маслостойкость	Нет данных
Рабочая температура окружающей среды	От –30 °С до +55 °С полная мощность с линейным снижением номинального тока до 2,5 А при 70 °С [b)]
Температура хранения	От –35 °С до +80 °С
Механический удар	Критерии приемлемости: Во время испытания прерывание тока не должно происходить в течение 1 мкс или более. Контактное сопротивление: 50 мОм или менее. Внешний вид и форма: без физических повреждений. Условия испытаний: Ускорение: 490 м/с^2. Продолжительность: 11 мс. 3 раза в каждом из 6 направлений по 3 осям (всего 18 раз)
Вибрация	Критерии приемлемости: Во время испытания ни одно прерывание тока не должно длиться 1 мкс или более. Контактное сопротивление: 50 Ом или менее. Внешний вид и форма: без физических повреждений. Условия испытаний: Частота: от 10 до 500 Гц. Время развертки: 20 мин. Амплитуда: 1,52 мм или 98 м/с^2. 2 часа по каждой из 3 осей (всего 6 ч)
Кабели	Определяется поставщиком
Подключаемый кабель	Плоский кабель II

[a)] Сопряжение и разъединение разъемов не поддерживаются, когда сеть включена.

[b)] См. рисунок 108 для снижения номинального тока.

[c)] Включает: сопротивление коннектора с прорезанием изоляции (IDC) к проводам и сопротивление контактов вилки в гнезде (см. 8.4.3).

[d)] Для разъема, установленного на печатной плате, конденсатор может быть размещен на печатной плате мастер-порта или порта ведомого. См. 5.7.3, 5.7.4 и рисунок 116.

Размеры в миллиметрах

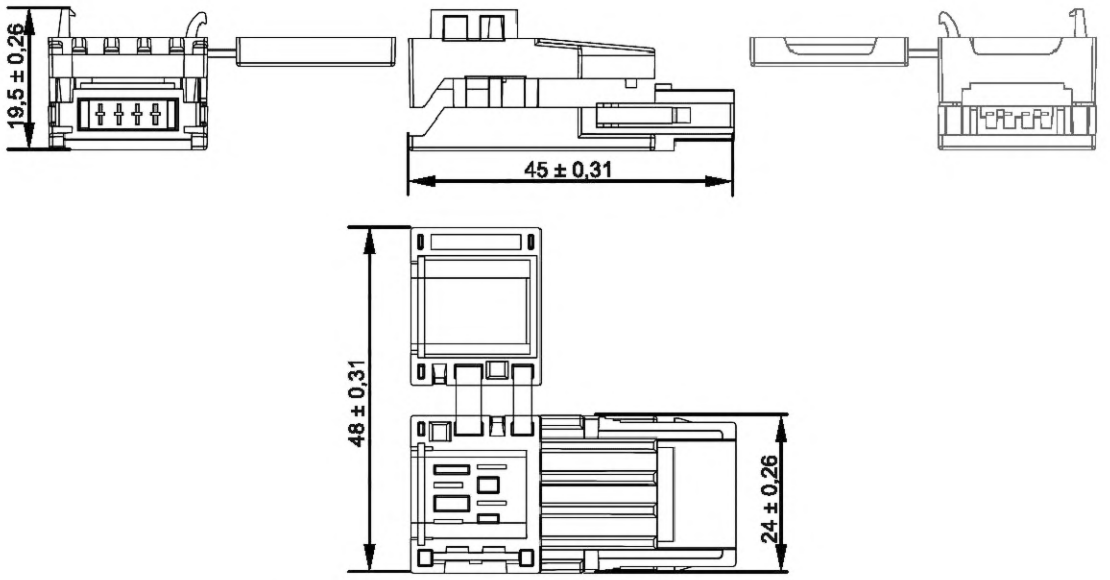


Рисунок 112 — Вилка плоского разъема II (для сведения)

Размеры в миллиметрах

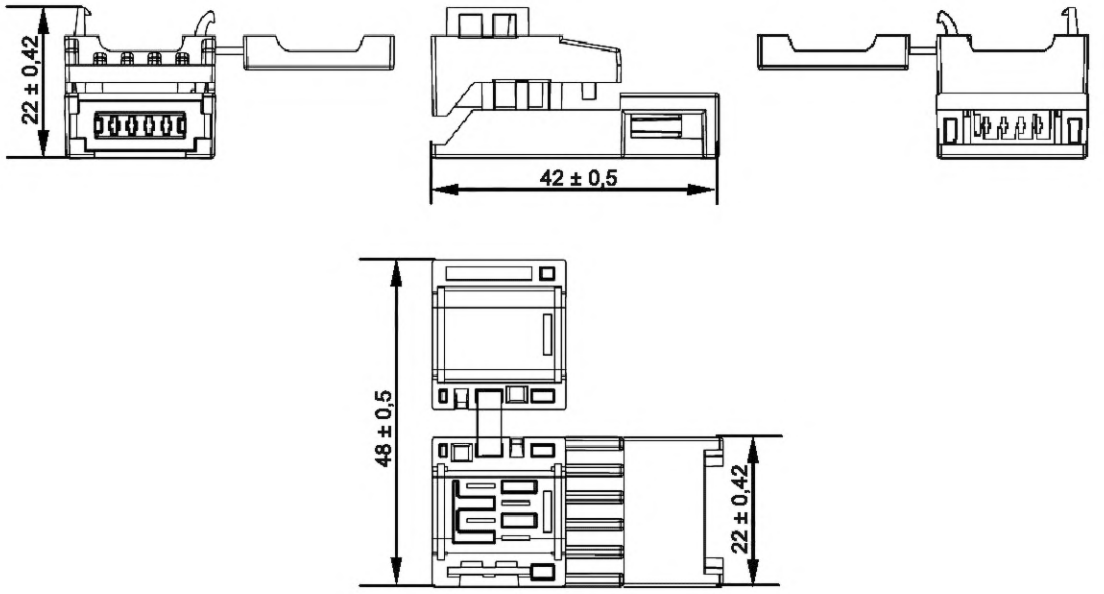


Рисунок 113 — Штекерное гнездо (розетка) плоского разъема II (для сведения)

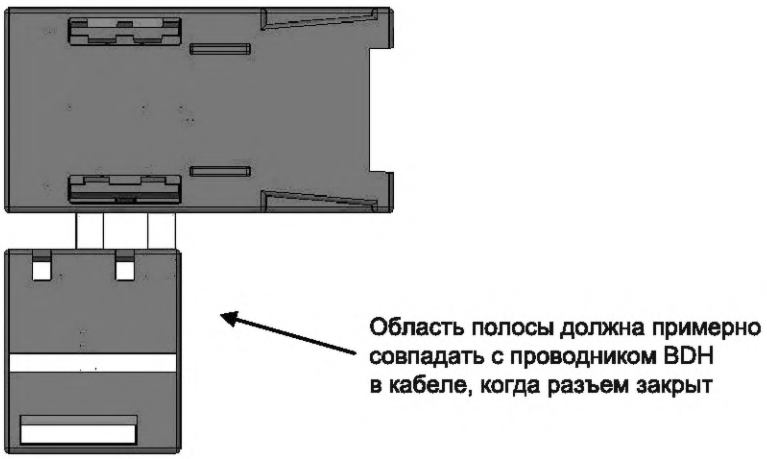


Рисунок 114 — Маркировка разъема для магистральных линий

Разъем для магистральной линии (гнездо типа плоский разъем II) должен иметь маркировку, соответствующую площади полосы, определенной для плоского кабеля II. См. 8.2.6.

8.4.8 Профиль герметичного разъема M12

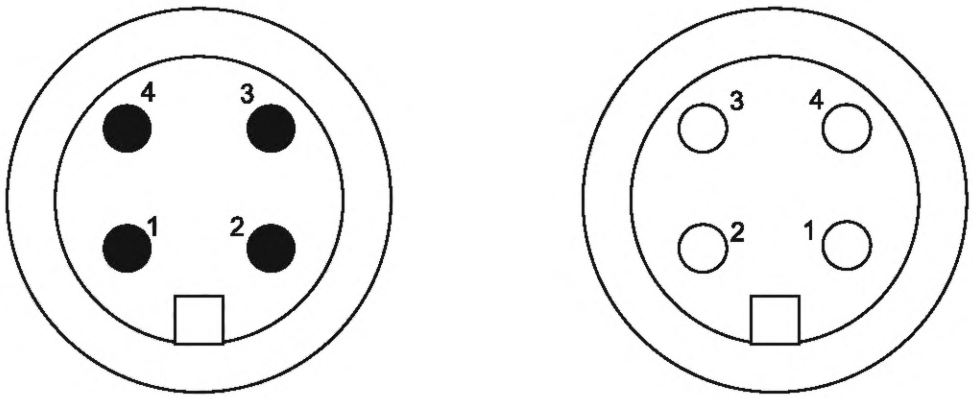
Таблица 139 определяет профиль герметичного разъема M12. Цокалевка и геометрия представлены на рисунке 115.

Таблица 139 — Спецификация герметичного разъема M12

Общие характеристики вилки	Технические требования
Количество контактов	4
Стяжная гайка	M
Резьба стяжной гайки	M12
Вращение	Требуется
Стандарт	IEC 61076-2-101
Расположение контактов (цоколевка)	BDH: Pin1, BS+: Pin2, BS-: Pin3, BDL-: Pin4
Общие характеристики штепсельного гнезда (розетки)	Технические требования
Количество контактов	4
Стяжная гайка	Ж
Резьба стяжной гайки	M12
Вращение	В качестве опции
Стандарт	IEC 61076-2-101
Расположение контактов (цоколевка)	BDH: Pin1, BS+: Pin2, BS-: Pin3, BDL-: Pin4
Физические характеристики	Технические требования
Скользящий контакт Требования к покрытию	30 микродюймов золота минимум на 50 микродюймов никеля или 5 микродюймов золота минимум на 20 микродюймов палладий-никеля минимум на 50 микродюймов никеля. Все золото должно быть 24 карата
Минимальный срок службы скользящего контакта	1 000 вставок-извлечений

Окончание таблицы 139

Электрические характеристики	Технические требования
Минимальное рабочее напряжение	30 В постоянного тока
Минимальная токовая нагрузка контакта	3 А, температура окружающей среды 20 °С
Максимальное сопротивление контакта	1 мОм (номинальное значение) 5 мОм в течение срока службы
Экологические характеристики	Технические требования
Водостойкость	IP67 (согласно IEC 60529)
Маслостойкость	UL-1277, OIL RES2
Рабочая температура окружающей среды	От –35 °С до +70 °С
Температура хранения	От –35 °С до +80 °С
Механический удар	IEC 61076-2-101
Вибрация	IEC 61076-2-101
Кабели	Определяется поставщиком
Подключаемый кабель	Круглый кабель II



Вилка **Розетка**

Рисунок 115 — Цоколевка разъема М12

8.5 Практическое осуществление (реализация) питания узла

8.5.1 Общие положения

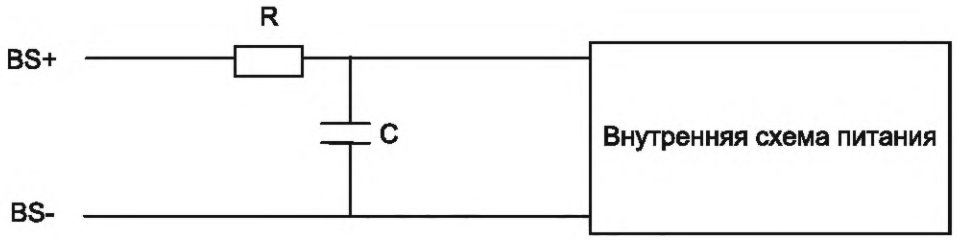
С помощью данного способа реализации устройства могут получать питание из сети.

Если устройства BS+ и BS- подключены к линиям сетевого питания, то конденсатор емкостью 0,01 пФ должен быть подключен, как показано на рисунке 116.

Устройства могут быть запитаны от сети. Ведомое устройство может использовать ограничительный резистор последовательно с BS+, как показано на рисунке 116.

8.5.2 Требования к подключению питания узла

Все конструкции узлов должны включать схему, показанную на рисунке 116.



R — устройство, которое представляет собой предохранитель или резистор. В любом случае его сопротивление не должно превышать 10 Ом;

C — 0,01 мкФ ± 10 %, коэффициент изменения температуры ±15 % (рабочая температура от минимальной до максимальной), сопротивление напряжению не менее 50 В постоянного тока

Рисунок 116 — Линии силовых цепей

8.5.3 Требования к узлам с питанием от сетевых источников питания

CompoNet не ограничивает потребление тока отдельными узлами, подключенными к сетевому блоку питания. При этом следует учитывать следующие требования.

Суммарный ток, передаваемый через сегмент, не должен превышать пропускную способность кабеля.

Суммарный ток, потребляемый сегментом, не должен превышать возможности сетевого источника питания.

Рабочий диапазон для узлов с питанием от сетевого источника: от 14 до 26,4 В постоянного тока.

Каждый узел должен иметь резерв не менее 2 мс на случай отключения электроэнергии или кратковременной потери электропитания, которые могут быть вызваны временным коротким замыканием напряжения постоянного тока.

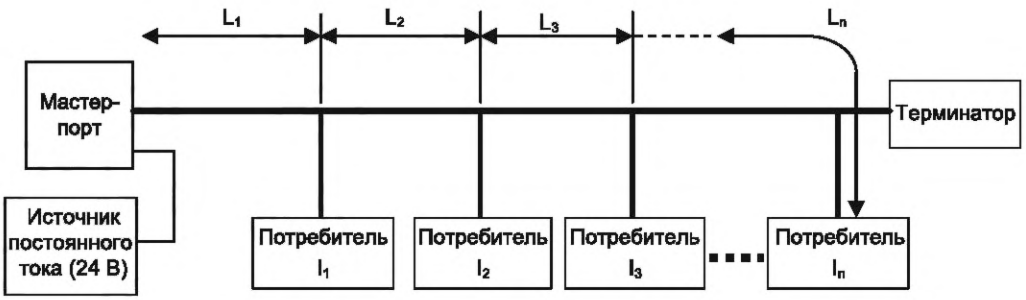


Рисунок 117 — Падение мощности на кабеле

Падение напряжения в узле *n* должно быть меньше, чем от 24 до 14 В постоянного тока (см. рисунок 117):

$$\{(I_1 + I_2 + I_3 + \ldots + I_n) \times R_1 \times L_1 \times 2 + (I_2 + I_3 + \ldots + I_n)R_2 \times L_2 \times 2) + (I_3 + \ldots + I_n) \times R_3 \times L_3 \times 2 + \ldots +$$

$$+ (I_n \times R_n \times L_n \times 2)\} < 10,$$

где R — DCR-кабеля (активное сопротивление);

L — длина кабеля;

I — ток потребления узла.

В конструкцию узлов, питаемых от сетевых источников питания, должны быть включены ограничения по пусковому току, защита от неправильного подключения и возможность отключения в течение 2 мс. На рисунке 118 представлен пример практического применения.

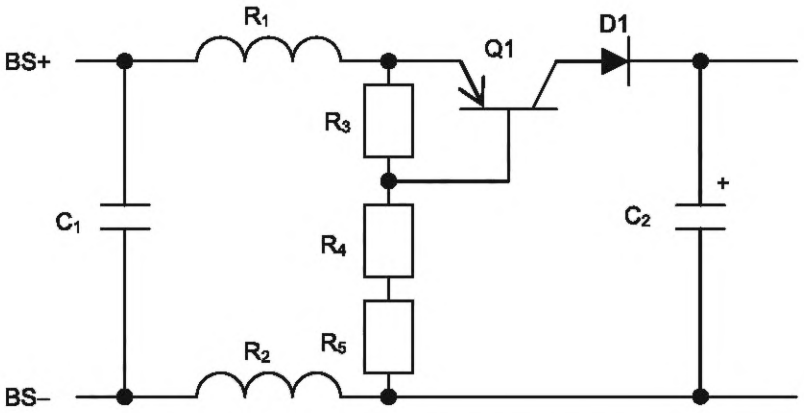


Рисунок 118 — Схема питания узла (для сведения)

8.6 Защита от неправильного подключения

Устройства должны выдерживать неправильное подключение без повреждения в случае, если проводники BS+ и BS- перепутаны местами. Требования к испытаниям приведены в 9.2.2.

8.7 Электромагнитная совместимость (ЭМС)

8.7.1 Общие положения

Все испытания на помехоустойчивость и излучение являются типовыми испытаниями и должны выполняться в репрезентативных условиях, как рабочих, так и окружающих, с использованием рекомендуемых способов подключения и всего оборудования, необходимого для связи и передачи данных по кабелю CompoNet (см. спецификации испытаний в 9.2.8).

8.7.2 Помехоустойчивость

8.7.2.1 Критерии эффективности

Результаты испытаний определяются с использованием следующих критериев эффективности:

- критерий А: не допускается ухудшение характеристик сверх установленных пределов при использовании аппаратуры по назначению;

- критерий В: изменение фактического рабочего состояния или сохраненных данных не допускается. В ходе испытаний допускается снижение производительности. После испытания не допускается ухудшение рабочих характеристик или потеря функциональности за пределами установленных пределов, если аппаратура используется по назначению.

8.7.2.2 Устойчивость к электростатическому разряду (ЭСР)

В соответствии с IEC 61000-4-2 должны применяться 10 разрядов каждой полярности следующим образом:

- к неметаллическим корпусам приборов должно быть приложено испытательное напряжение ±8 кВ методом разряда с воздушным зазором;

- испытательное напряжение ±4 кВ должно быть приложено методом контактного разряда к металлическим корпусам устройств.

Применяется критерий работоспособности В.

8.7.2.3 Невосприимчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю

В соответствии с IEC 61000-4-3:

- 10 В/м в диапазоне частот от 80 до 1000 МГц, с амплитудной модуляцией.

Применяется критерий работоспособности А.

8.7.2.4 Защищенность от быстрых электрических переходных процессов/всплесков

В соответствии с IEC 61000-4-4:

- к кабелям, содержащим среду связи CDI, должно быть приложено максимальное испытательное напряжение ±1 кВ при 5 кГц;

- ко всем другим кабелям и портам должно быть приложено максимальное испытательное напряжение ±2 кВ при 5 кГц. Применяется критерий эффективности В.

8.7.2.5 Стойкость к импульсным перенапряжениям

В соответствии с IEC 61000-4-5:

- пять перенапряжений с максимальным напряжением ±2 кВ должны быть применены между основной линией электропередач переменного тока и землей;
- пять скачков напряжения максимум ±1 кВ должны быть применены между линиями электропередач переменного тока.

Применяется критерий работоспособности В.

8.7.2.6 Защищенность от кондуктивных радиочастотных помех

В соответствии с IEC 61000-4-6:

- эффективное напряжение 10 В в диапазоне частот от 150 кГц до 80 МГц с амплитудной модуляцией.

Применяется критерий работоспособности А.

8.7.2.7 Провалы и прерывания напряжения

Соответствие источника питания установленным пределам, указанным в 5.7.11.1, устраняет необходимость в каких-либо дальнейших испытаниях.

8.7.3 Эмиссия помех

8.7.3.1 Излучаемые помехи

Данные испытания должны проводиться в соответствии с CISPR 11, группа 1, класс А.

8.7.3.2 Кондуктивные помехи

Данные испытания должны проводиться в соответствии с CISPR 11, группа 1, класс А.

9 Испытания

9.1 Общие положения

В данном разделе указаны типовые испытания для электрических, механических и логических требований. Испытания разделены на три части:

- электрические испытания;
- механические испытания;
- логические испытания.

Примечание — Если технические требования к CompoNet реализованы как неотъемлемая часть изделия, то некоторые логические тесты могут зависеть от поведения самого изделия. Соответствие устройства настоящему стандарту не обязательно означает соответствие системным требованиям или другим стандартам для приложений, включающих CompoNet. Тестирование конкретных приложений функций CompoNet выходит за рамки настоящего стандарта.

Испытания, применимые к конкретному тестируемому оборудованию, должны выполняться в указанной последовательности.

9.2 Электрические испытания

9.2.1 Проверка рабочего напряжения порта ведомого

9.2.1.1 Цель испытания

Следующие испытания предназначены для проверки правильной работы порта ведомого устройства в указанном диапазоне напряжения питания. Испытание применимо только к устройствам, оснащенным MS-индикатором.

9.2.1.2 Схема испытаний

Схема испытаний представлена на рисунке 119.



Рисунок 119 — Схема проверки рабочего напряжения

9.2.1.3 Процедура испытаний

На испытуемое оборудование должно быть подано питание 14,0 В, и должна быть подтверждена правильная светодиодная индикация.

Затем на тестируемое оборудование подается питание 26,4 В и подтверждается правильность действия светодиодной индикации.

9.2.1.4 Критерии соответствия

Светодиодный MS-индикатор должен постоянно гореть зеленым цветом.

9.2.2 Обратно подключенная линия питания

9.2.2.1 Цель испытания

Целью данного испытания является проверка выполнения требований по защите обратного подключения источника питания на ведомом порту.

9.2.2.2 Схема испытания

Схема испытания должна быть такой, как показано на рисунке 120.

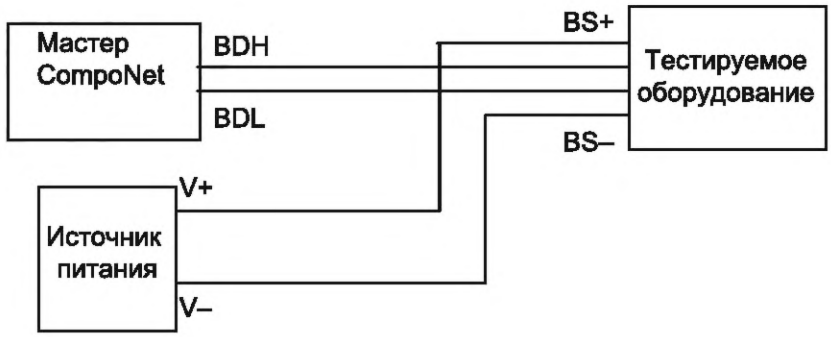


Рисунок 120 — Обратно подключенная линия питания

9.2.2.3 Порядок проведения испытаний

Клемма BS+ испытуемого оборудования должна быть подключена к источнику питания V-, а клемма BS- — к источнику питания V+ на 60 с, а затем они возвращаются в нормальное состояние.

9.2.2.4 Критерии соответствия

Когда проводка возвращается в нормальное состояние, должна быть проверена надлежащая связь между устройством и мастером.

9.2.3 Кратковременное прерывание питания

9.2.3.1 Цель испытания

Целью данного испытания является проверка соответствия требованиям к кратковременному отключению питания.

9.2.3.2 Схема испытания

Схема испытания должна быть такой, как показано на рисунке 120.

9.2.3.3 Порядок проведения испытания

Во время нормальной связи между ведущим устройством и тестируемым оборудованием питание должно быть отключено на 2 мс.

9.2.3.4 Критерии соответствия

Кратковременное отключение питания не должно вызывать ошибок связи.

9.2.4 Изоляция

9.2.4.1 Цель испытания

Целью данного испытания является проверка соответствия требованиям изоляции узла.

9.2.4.2 Схема испытания

Схема испытания должна быть такой, как показано на рисунке 121.

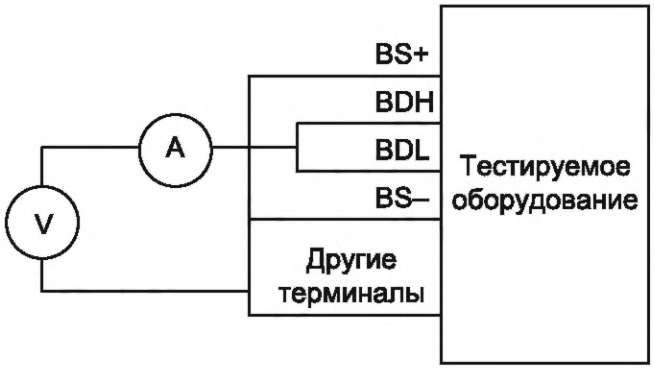


Рисунок 121 — Схема испытания изоляции

9.2.4.3 Процедура испытания

Клеммы BDH и BDL должны быть зашунтированы. Энергопитание 500 В переменного тока (50 или 60 Гц) следует подавать на 1 мин между этими и другими клеммами для проверки тока утечки.

9.2.4.4 Критерии соответствия

Ток утечки должен быть не более 5 мА.

9.2.5 Входное сопротивление

9.2.5.1 Цель испытания

Целью данного испытания является проверка соответствия техническим требованиям входного импеданса физического уровня.

9.2.5.2 Схема испытания

Схема испытания должна быть такой, как показано на рисунке 122.

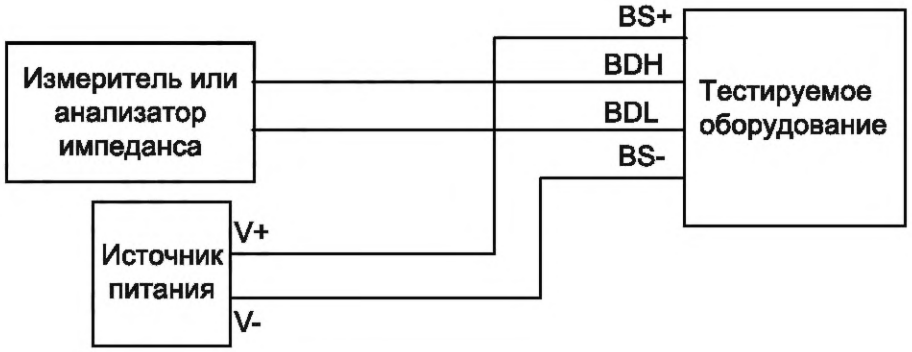


Рисунок 122 — Полное входное сопротивление

9.2.5.3 Процедура испытаний

Тестируемое оборудование должно быть включено, и импеданс должен быть измерен на частотах 750 кГц и 4 МГц.

9.2.5.4 Критерии соответствия

Значение входного импеданса на каждом порту физического уровня должно быть в пределах стандартного значения, определенного в таблице 140 для ведущего и в таблице 141 для ведомого.

Таблица 140 — Входное полное сопротивление мастера

Частота	Импеданс
750 кГц	От 140 до 164 Ом
4 МГц	От 116 до 135 Ом

Таблица 141 — Входное полное сопротивление ведомого

Частота	Импеданс
750 кГц	От 847 до 985 Ом
4 МГц	От 476 до 555 Ом

9.2.6 Форма выходного сигнала

9.2.6.1 Цель испытания

Целью данного испытания является проверка соответствия требований к форме сигнала передачи в узле.

9.2.6.2 Схема испытания

Схема испытания должна быть такой, как показано на рисунке 64 для мастер-порта.

Схема испытания должна быть такой, как показано на рисунке 123 для порта ведомого устройства.

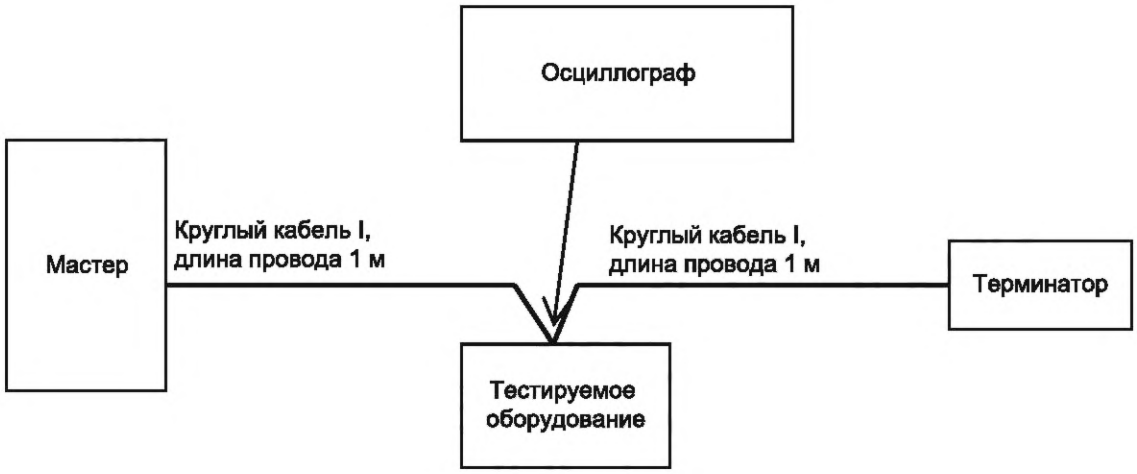


Рисунок 123 — Схема испытаний выхода порта ведомого устройства

9.2.6.3 Процедура испытания

Форма сигнала между BDH и BDL испытуемого оборудования должна быть записана на осциллографе. Испытание должно проводиться на двух скоростях передачи данных: 4 Мбит/с и 92,75 кбит/с.

9.2.6.4 Критерии соответствия

Измеренные формы сигналов должны соответствовать требованиям, указанным в 5.7.3.4.1 для мастер-порта и 5.7.4.4.1 для порта ведомого устройства.

9.2.7 Минимальная форма входного сигнала

9.2.7.1 Цель испытания

Целью этого испытания является проверка соответствия спецификации принимаемого сигнала для главного и подчиненного портов.

9.2.7.2 Схема испытания

Схема испытания должна быть такой, как показано на рисунке 124 для портов мастеров и ведомых.

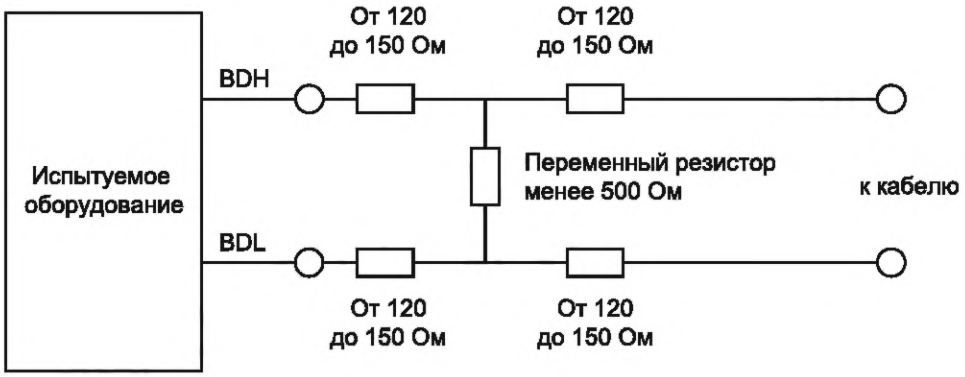


Рисунок 124 — Схема проверки минимального входного сигнала

9.2.7.3 Порядок испытаний

Скорость передачи данных должна составлять 4 Мбит/с. Переменный резистор должен быть отрегулирован таким образом, чтобы сигналы, подаваемые на испытуемое оборудование, соответствовали конфигурации на рисунке 125.

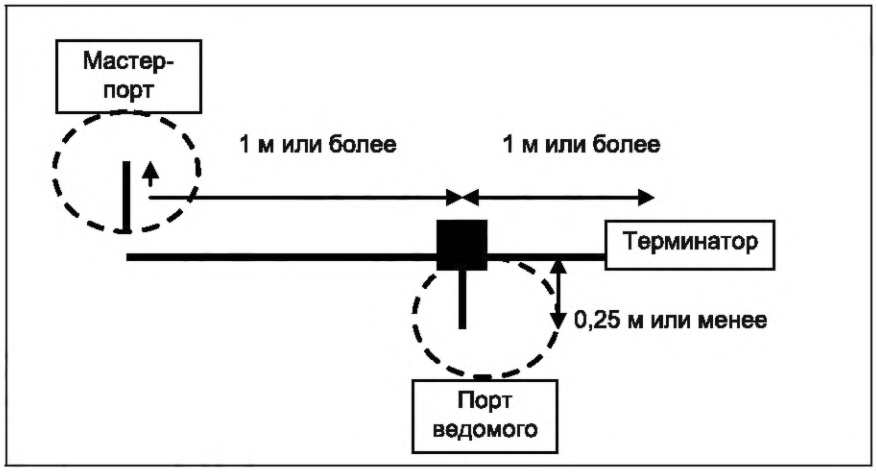


Рисунок 125 — Система тестирования минимального входного сигнала

9.2.7.4 Критерии соответствия

Нормальная связь должна поддерживаться для всех форм сигналов в пределах указанных масок.

9.2.8 Испытания на электромагнитную совместимость

9.2.8.1 Общие положения

Система должна быть испытана при работе с максимальной скоростью передачи битов, поддерживаемой EUT. Если не указано иное, испытания должны проводиться при температуре окружающей среды (23 ± 5) °С. ИО должно быть установлено на открытом воздухе, подключено к CompoNet CDI в соответствии с инструкциями изготовителя и снабжено его номинальным напряжением.

Критерии соответствия должны отвечать перечисленным техническим требованиям.

9.2.8.2 Помехоустойчивость

9.2.8.2.1 Устойчивость к электростатическому разряду (ESD)

Это испытание проводят в соответствии с 8.7.2.2.

9.2.8.2.2 Устойчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю

Это испытание проводят в соответствии с 8.7.2.3.

9.2.8.2.3 Защищенность от быстрых электрических переходных процессов/всплесков

Это испытание проводят в соответствии с 8.7.2.4.

9.2.8.2.4 Стойкость к импульсным перенапряжениям

Это испытание проводят в соответствии с 8.7.2.5.

9.2.8.2.5 Защищенность от кондуктивных радиочастотных помех
Это испытание проводят в соответствии с 8.7.2.6.
9.2.8.3 Эмиссия помех
9.2.8.3.1 Излучаемые помехи
Это испытание проводят в соответствии с 8.7.3.1.
9.2.8.3.2 Кондуктивные помехи
Это испытание проводят в соответствии с 8.7.3.2.

9.3 Механические испытания

В этом подпункте не требуется.

9.4 Логические испытания

9.4.1 Общие положения

Логические испытания должны выполняться только на узлах, которые поддерживают конкретную испытуемую функциональность.

9.4.2 Проверка ведомых устройств и повторителей

9.4.2.1 Общие положения

Данный пункт описывает протоколы испытаний, методы и критерии для следующих целевых узлов: IN Word-ведомые, OUT Word-ведомые, IN Bit-ведомые, OUT Bit-ведомые устройства и повторители. MIX-ведомое устройство упоминается как ведомое устройство IN для испытательных целей. Целевой узел также называется испытуемым оборудованием.

9.4.2.2 Конфигурация системы

Испытуемое оборудование должно включать:

- мастер CompoNet, который позволяет вручную передавать фреймы и записывать ответы;
- источник питания 24 В постоянного тока.

Адрес целевого узла должен быть установлен на 31.

Примечание — Данный выбор адреса предназначен для проверки правильности домена времени — узел отвечает кадром CN в 4-м цикле шины, если он нацелен на установку 8 кадров CN за цикл шины; во 2-м цикле шины, если 16 фреймов CN; и, наконец, CN-позиция кадра каждого цикла шины, если фреймов CN 32.

Схема испытания показана на рисунке 126.

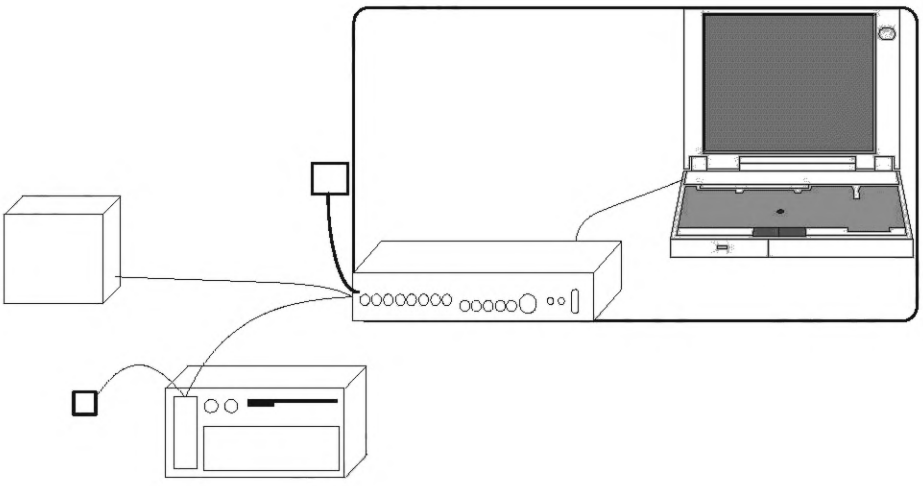


Рисунок 126 — Проверка канала передачи данных
для испытуемого ведомого устройства и повторителя

Если не указано иное, то данное испытание должно проводиться при скорости передачи данных 4 Мбит/с.

9.4.2.3 Проверка типов фреймов

9.4.2.3.1 BECON

9.4.2.3.1.1 Цель испытания

В данном испытании проверяется правильность определения скорости передачи при 4, 3, 1,5 Мбит/с и 93,75 кбит/с.

9.4.2.3.1.2 Порядок испытаний

Мастер должен быть конфигурирован для проверки испытуемого устройства и проверки его нормального рабочего состояния. Испытание проводится в следующем порядке:

- поиск неучаствующего тестируемого устройства;
- отправить STRNP;
- отправить STWNP_Run;
- отправить ALLOCATE;
- отправить опрос;
- проверить ответ в каждом случае.

Этот набор испытаний должен выполняться при скоростях передачи 4, 3, 1,5 Мбит/с и 93,75 кбит/с.

9.4.2.3.1.3 Критерии соответствия

Тестируемое устройство должно обмениваться данными с мастером без ошибок. Должен быть получен правильный ответ.

9.4.2.3.2 B_EVENT

9.4.2.3.2.1 Цель испытания

Данное испытание проверяет правильные ответы STR и STW.

9.4.2.3.2.2 Процедура испытания

Должны быть проведены следующие действия, а также должен быть зарегистрирован ответ.

a) STRNP должна быть отправлена на тестируемое устройство, когда оно находится в автономном состоянии.

b) STWNP должна быть отправлена на тестируемое устройство, когда оно находится в автономном состоянии.

c) STRP должна быть отправлена на тестируемое устройство, когда оно находится в состоянии онлайн.

d) STWP должна быть отправлена на тестируемое устройство, когда оно находится в состоянии онлайн.

e) STRNP должна быть отправлена на тестируемое устройство, когда оно находится в состоянии онлайн.

f) STWNP должна быть отправлена на тестируемое устройство, когда оно находится в состоянии онлайн.

g) STRP должна быть отправлена на тестируемое устройство, когда оно находится в автономном состоянии.

h) STWP должна быть отправлена на тестируемое устройство, когда оно находится в автономном состоянии.

i) STWP_Reset должна быть отправлена на тестируемое устройство, когда оно находится в состоянии онлайн.

j) STWNP_Reset должна быть отправлена на тестируемое устройство, когда оно находится в автономном состоянии.

9.4.2.3.2.3 Критерии соответствия

Элементы испытаний, выполненные по 9.4.2.3.2.2, должны, соответственно, отвечать следующим критериям.

a) Данные ответа STRNP должны быть правильными в VendorCode, DeviceType, InIoModeStatus, OutIoModeStatus, ProductCode и MajorRevison. Если тестируемое устройство является повторителем, то RepeaterMode должен быть равен 1. В противном случае должен быть 0.

b) STWNP должна быть подтверждена.

c) STRP должна быть подтверждена.

d) STWP должна быть подтверждена.

e) STRNP не должна быть подтверждена.

f) STWNP не должна быть подтверждена.

g) STRP не должна быть подтверждена.

h) STWP не должна быть подтверждена.

i) Тестируемое устройство должно быть сброшено.

j) Тестируемое устройство должно быть сброшено.

9.4.2.3.3 A_EVENT

Это испытание включено в другие тесты. В данном случае не требуется индивидуального тестирования.

9.4.2.3.4 CN

9.4.2.3.4.1 Цель испытания

Данное испытание проверяет функцию проверки дублирования тестируемого устройства.

9.4.2.3.4.2 Порядок испытания

Мастер должен проверить неучаствующее тестируемое устройство без выдачи STR.

9.4.2.3.4.3 Критерии соответствия

Тестируемое устройство должно перейти в состояние сбоя связи.

9.4.2.3.5 IN

9.4.2.3.5.1 Цель испытания

Данное испытание должно выполняться для тестируемого устройства, которое включает функцию IN, т. е. для устройств Word IN/MIX и Bit IN/MIX. Данное испытание проверяет синхронизацию IN-фреймов.

9.4.2.3.5.2 Порядок испытания

Ведущее устройство должно быть сконфигурировано для проверки тестируемого устройства в его нормальном рабочем состоянии. Время между началом передачи IN-фрейма и завершением предыдущего фрейма OUT или TRG должно быть записано.

9.4.2.3.5.3 Критерии соответствия

Записанное время должно быть в пределах 0,1 % от «InTimeDomain» в STW.

9.4.2.4 Обнаружение дублирующего MAC ID

9.4.2.4.1 Цель испытания

Данное испытание проверяет функцию проверки дублирования тестируемого устройства.

9.4.2.4.2 Процедура испытаний

Мастер должен быть настроен для выдачи STWNP с параметром «Серийный номер = 0xFFFFFFFF». Испытание проводится в следующем порядке:

a) поиск неучаствующего тестируемого устройства;

b) отправить STRNP;

c) отправить STWNP_Run с параметром «Серийный номер = 0 × FFFFFFFF»; и

d) проверить тестируемое устройство.

9.4.2.4.3 Критерии соответствия

Тестируемое устройство должно находиться в состоянии сбоя связи.

9.4.3 Проверка мастера

9.4.3.1 Проверка минимального трафика

9.4.3.1.1 Цель

Данное испытание проверяет, что ведущее тестируемое устройство может отправлять фреймы BEACON и фреймы OUT или TRG для инициализации связи с подключенными ведомыми устройствами и повторителями.

9.4.3.1.2 Тестовая конфигурация

Испытательное оборудование должно включать:

- анализатор кадров для захвата кадров в сети;
- источник питания 24 В постоянного тока.

На рисунке 127 показана тестовая конфигурация для проверки минимального трафика тестируемого мастера.



Рисунок 127 — Тестовая конфигурация для минимального трафика тестируемого мастера

9.4.3.1.3 Порядок испытания

Испытание проводят в следующем порядке:

a) настроить сеть, как показано на рисунке 127;

b) запустить любое программное обеспечение анализатора, необходимое для настройки;

c) начать захват сетевого трафика;

d) включить питание мастера;

e) позволить тестируемому устройству начать связь;

f) остановить процесс захвата примерно через 10 с после захвата сетевого трафика после начала отправки фреймов тестируемому устройству или после заполнения буфера анализатора; и

g) проверить захваченные фреймы на соответствие критериям.

9.4.3.1.4 Критерии соответствия

Испытание, проводимое по 9.4.3.1.3, должно соответствовать следующим критериям соответственно:

a) как минимум один кадр должен отправляться каждые 30 мс;

b) каждые 250 мс должен отправляться хотя бы один BEACON;

c) «Код скорости» в BEACON должен соответствовать скорости передачи данных, «Счетчик шлюза» должен быть равен 0, а «Адрес последнего повторителя» должен быть равен 0;

d) имеются фреймы OUT и TRG для запроса CN-фреймов для неучаствующих узлов;

e) фреймы OUT и TRG должны передаваться не реже одного раза в 650 мс при скорости передачи 93,75 кбит/с и не реже одного раза в 200 мс при других скоростях.

9.4.3.2 Проверка прокси

9.4.3.2.1 Цель

Данное испытание проверяет прокси-функцию ведущего тестируемого устройства.

9.4.3.2.2 Тестовая конфигурация

Испытательное оборудование должно включать:

- специальное устройство, показанное на рисунке 128 как специальное ведомое устройство 1 с возможностью отправки явных сообщений другим ведомым устройствам;
- стандартный ведомый;
- источник питания 24 В постоянного тока.

На рисунке 128 показана тестовая конфигурация для определения минимального трафика тестируемого мастера.

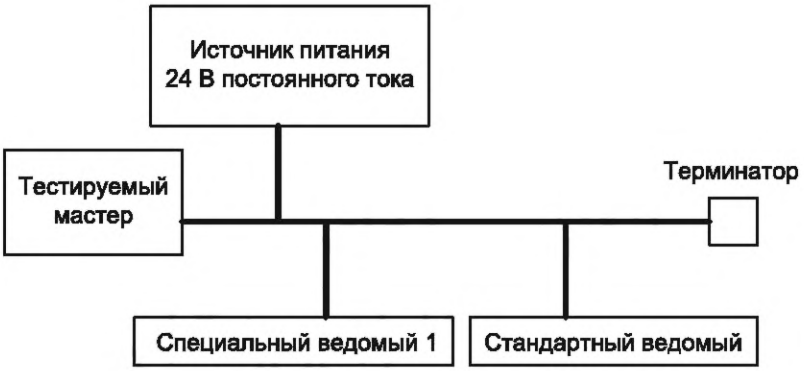


Рисунок 128 — Тестовая конфигурация для прокси-сервера
ведущего тестируемого устройства

9.4.3.2.3 Порядок испытания

Испытание проводят в следующей последовательности:

a) настройка сети согласно рисунку 128;

b) создание соединений ввода-вывода между испытуемым устройством ведомым.

c) разрешение специальному ведомому устройству 1 выдать явный запрос, адресованный стандартному ведомому;

г) проверка ответа, полученного специальным ведомым устройством 1.

9.4.3.2.4 Критерий соответствия

Специальное ведомое устройство 1 должно получить явный ответ на сообщение от стандартного ведомого устройства.

Приложение А
(обязательное)

Общие сервисы CompoNet

CompoNet должен использовать общие сервисы комплексной обработки информации (CIP, см. IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.1.3) и IEC 61158-6-2 (пункт 4.1.8)).

В настоящее время в CompoNet не существует дополнительных общих сервисов.

Приложение B
(обязательное)

Коды ошибок CompoNet

B.1 Общие

CompoNet должен использовать коды ошибок, определенные при комплексной обработке информации (CIP, см. IEC 61158-5-2 (пункт 6.2.1.3.3) и IEC 61158-6-2 (пункт 4.1.11)), и коды ошибок, определенные в следующем разделе.

B.2 Дополнительные коды ошибок

Дополнительные коды ошибок представлены в таблице B.1.

Таблица B.1 — Новые коды ошибок CompoNet

Код ошибки (hex)	Наименование ошибки	Описание ошибки
23	Переполнение буфера	Полученное сообщение больше, чем может обработать принимающий буфер. Все сообщение было удалено
24	Ошибка формата сообщения	Формат полученного сообщения не поддерживается сервером

Приложение С
(обязательное)

Определение атрибута пути соединения

CompoNent должен использовать определения пути соединения при комплексной обработке информации (CIP, см. IEC 61158-6-2 (пункт 4.1.9)).

В настоящее время в CompoNent не существует дополнительных определений атрибутов пути подключения.

Приложение D
(обязательное)

Спецификация и кодирование типов данных

D.1 Общие положения

CompoNet должен использовать определение спецификации типа данных и кодирования CIP, которое указано в IEC 61158-5-2 (раздел 5) и IEC 61158-6-2 (подраздел 4.2 и раздел 5).

Дополнения представлены ниже.

D.2 Алгоритмы CRC CompoNet

D.2.1 Алгоритмы CRC CompoNet

Приведенные ниже подпрограммы C++ генерируют CRC16 и CRC8 с помощью полиномиального метода.

Пример*

```
CRCH crc;
  unsigned short CRC_CCITT=
  ~crc.crc_ccitt(data,Bitsize); unsigned char CRC8=
  ~crc.crc_8(data,Bitsize);
A CRC generation class definition: class CRCH {
  private:
    // CRC-CCITT(CRC-ANSI)
    // Left shift (LSB -> MSB)
    unsigned short crc_ccitt_Word(unsigned short crc, unsigned char dat, int
    Bit_len) {
      int j, flg;
      if(Bit_len <= 0) { return crc;
      } else if(Bit_len > 8) { Bit_len
        = 8;
      }
      // 8Bit repeating
      for (j = 0; j < Bit_len; ++j) { // check, then left-shift
        flg = ((crc >> 15) л (dat & 1)); // CRC's MSB XORs dat's LSB.
        crc <<= 1;       // 1 Bit shift
        dat >>= 1;
        if(flg) { // Need a logic operation? crc
          л= 0x1021; // CRC-CCITT
        }
      }
      return crc;
    } // CRC-8
    // Left shift (LSB -> MSB)
    unsigned char crc_8_byte(unsigned char crc, unsigned char dat, int
    Bit_len) {
      int j, flg;
      if(Bit_len <= 0) { return
        crc;
      } else if(Bit_len > 8) {
```

---

* В данном примере не используются полужирный курсив и уменьшенный размер шрифта, которыми в соответствии с ГОСТ 1.5—2001 (пункт 4.11.2) в стандартах выделяют примеры.

```
            Bit_len = 8;
        }
        // 8Bit repeating operation
        for (j = 0; j < Bit_len; ++j) {
        flg = (((crc>>7) л dat) & 0x1); // CRC's MSB XORs dat's
        LSB crc <<= 1;    // 1 Bit shift
        dat >>= 1;
        if(flg) { // Need a logic operation?
            crc л= 0x9b;    // CRC-8
        }
    }
    return crc;
}
public:
    // CRC-CCITT(CRC-ANSI)
    // Left shift (LSB -> MSB)
    unsigned short crc_ccitt(unsigned char *data, int
    Bit_len) {
        int i, len;
        unsigned short crc;
        // Initial value crc =
        0xffff; len = Bit_len >>
        3;
        for(i = 0; i < len; ++i) {            // Get a octet
            crc = crc_ccitt_Word(crc, *(data+i), 8);
        }
        crc = crc_ccitt_Word(crc, *(data+i), Bit_len &
        0x0007); return crc;
    } // CRC-8
    // Left shift (LSB -> MSB)
    unsigned char crc_8(unsigned char *data, int Bit_len)
    {
        int i, len;
        unsigned char crc;
        // Initial value
        crc = 0xff;
        len = Bit_len >> 3;
        for(i = 0; i < len; ++i) {
            // Get 1 octet
            crc = crc_8_byte(crc, *(data+i), 8);
        }
        crc = crc_8_byte(crc, *(data+i), Bit_len & 0x0007);
        return crc;
    }
};
```

D.2.2 Пример создания CRC CompoNet

Пример генерации CRC для кадров OUT показан на рисунке D.1.

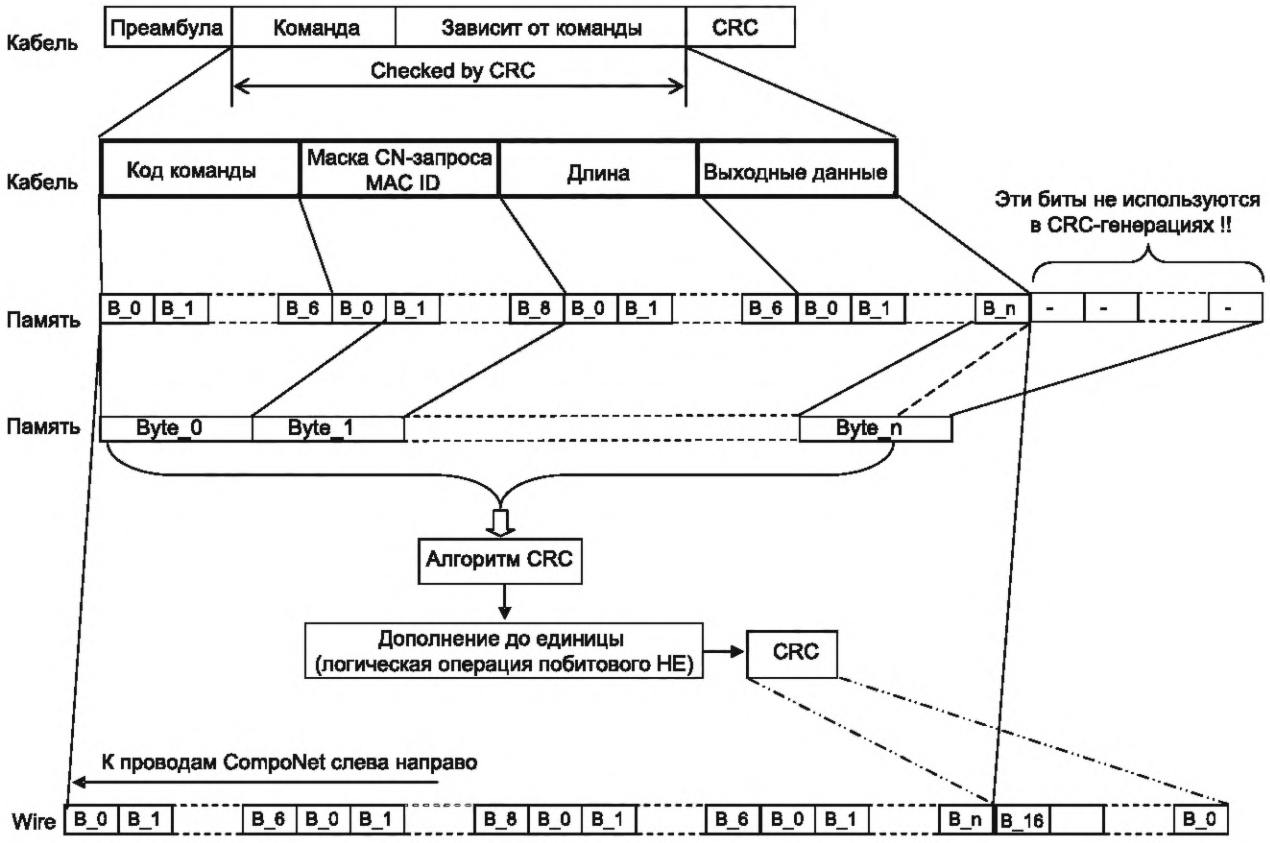


Рисунок D.1 — Пример генерации CRC

Приложение Е
(обязательное)

Библиотека объектов связи

Объект связи CompoNet и объект повторителя полностью определены в 5.3.5 и 5.3.6 соответственно. Другие коды классов объектов и их названия указаны в IEC 61158-6-2 (пункт 4.1.10.2.1).

Приложение F
(обязательное)

Диапазоны значений

CompoNet должен использовать диапазоны значений, определенные в IEC 61158-6-2 (пункт 4.1.10). Кроме того, MAC ID и диапазоны адресов узлов определены в таблице F.1.

Таблица F.1 — MAC ID и диапазоны адресов узлов

Категория устройств	Адрес узла	MAC ID
Мастер	0 only	0×1C0 (448)
Word IN	0 — 0×3F	0×0 — 0×3F (0—63)
Word OUT	0 — 0×3F	0×40 — 0×7F (64—127)
Word MIX	0 — 0×3F	0×0 — 0×3F (0—63)
Bit IN	0 — 0×7F	0×80 — 0×FF (128—255)
Bit OUT	0 — 0×7F	0×100 — 0×17F (256—383)
Bit MIX	0 — 0×7F	0×80 — 0×FF (128—255)
Повторитель	0 — 0×3F	0×180 — 0×1BF (384—447)
Примечание — Устройства MIX и IN используют один и тот же диапазон MAC ID.		

Приложение G
(обязательное)

CN временного домена по умолчанию

Настоящее приложение содержит дополнения к временной области CN по умолчанию.

Временная область CN по умолчанию зависит от кода управления во фреймах BEACON. Он рассчитывается по алгоритмам, представленным в 5.6.3. Данные в таблицах G.1—G.4 являются округленными значениями, полученными в результате этих расчетов. Все узлы должны соответствовать значениям в этих таблицах.

Единицей временной области CN является метка.

Таблица G.1 — Таблица временных интервалов CN по умолчанию для скорости передачи данных 4 Мбит/с

Код управления	Адрес узла	1-й сегмент	2-й сегмент	3-й сегмент
0	0 + 4*n	170	106	42
	1 + 4*n	286	222	158
	2 + 4*n	402	338	274
	3 + 4*n	518	454	390
1	0 + 8*n	170	106	42
	1 + 8*n	286	222	158
	2 + 8*n	402	338	274
	3 + 8*n	518	454	390
	4 + 8*n	634	570	506
	5 + 8*n	750	686	622
	6 + 8*n	866	802	738
	7 + 8*n	982	918	854
2	0 + 16*n	170	106	42
	1 + 16*n	286	222	158
	2 + 16*n	402	338	274
	3 + 16*n	518	454	390
	4 + 16*n	634	570	506
	5 + 16*n	750	686	622
	6 + 16*n	866	802	738
	7 + 16*n	982	918	854
	8 + 16*n	1 099	1 035	971
	9 + 16*n	1 216	1 152	1 088
	10 + 16*n	1 333	1 269	1 205
	11 + 16*n	1 450	1 386	1 322
	12 + 16*n	1 567	1 503	1 439
	13 + 16*n	1 684	1 620	1 556
	14 + 16*n	1 801	1 737	1 673
	15 + 16*n	1 918	1 854	1 790

Таблица G.2 — Таблица временных интервалов CN по умолчанию для скорости передачи данных 3 Мбит/с

Код управления	Адрес узла	1-й сегмент	2-й сегмент	3-й сегмент
0	0 + 4*n	170	106	42
	1 + 4*n	286	222	158
	2 + 4*n	402	338	274
	3 + 4*n	518	454	390
1	0 + 8*n	170	106	42
	1 + 8*n	286	222	158
	2 + 8*n	402	338	274
	3 + 8*n	518	454	390
	4 + 8*n	634	570	506
	5 + 8*n	750	686	622
	6 + 8*n	866	802	738
	7 + 8*n	982	918	854
2	0 + 16*n	170	106	42
	1 + 16*n	286	222	158
	2 + 16*n	402	338	274
	3 + 16*n	518	454	390
	4 + 16*n	634	570	506
	5 + 16*n	750	686	622
	6 + 16*n	866	802	738
	7 + 16*n	982	918	854
	8 + 16*n	1 099	1 035	971
	9 + 16*n	1 216	1 152	1 088
	10 + 16*n	1 333	1 269	1 205
	11 + 16*n	1 450	1 386	1 322
	12 + 16*n	1 567	1 503	1 439
	13 + 16*n	1 684	1 620	1 556
	14 + 16*n	1 801	1 737	1 673
	15 + 16*n	1 918	1 854	1 790

Таблица G.3 — Таблица временных интервалов CN по умолчанию для скорости передачи данных 1,5 Мбит/с

Код управления	Адрес узла	1-й сегмент	2-й сегмент	3-й сегмент
0	0 + 4*n	170	106	42
	1 + 4*n	304	240	176
	2 + 4*n	438	374	310
	3 + 4*n	572	508	444
1	0 + 8*n	170	106	42
	1 + 8*n	304	240	176
	2 + 8*n	438	374	310
	3 + 8*n	572	508	444
	4 + 8*n	706	642	578
	5 + 8*n	840	776	712
	6 + 8*n	974	910	846
	7 + 8*n	1 109	1 045	981
2	0 + 16*n	170	106	42
	1 + 16*n	304	240	176
	2 + 16*n	438	374	310
	3 + 16*n	572	508	444
	4 + 16*n	706	642	578
	5 + 16*n	840	776	712
	6 + 16*n	974	910	846
	7 + 16*n	1 109	1 045	981
	8 + 16*n	1 244	1 180	1 116
	9 + 16*n	1 379	1 315	1 251
	10 + 16*n	1 514	1 450	1 386
	11 + 16*n	1 649	1 585	1 521
	12 + 16*n	1 784	1 720	1 656
	13 + 16*n	1 919	1 855	1 791
	14 + 16*n	2 055	1 991	1 927
	15 + 16*n	2 191	2 127	2 063

Таблица G.4 — Таблица временных интервалов CN по умолчанию для скорости передачи данных 93,75 кбит/с

Код управления	Адрес узла	1-й сегмент	2-й сегмент	3-й сегмент
0	0 + 4*n	170	106	42
	1 + 4*n	280	216	152
	2 + 4*n	390	326	262
	3 + 4*n	500	436	372
1	0 + 8*n	170	106	42
	1 + 8*n	280	216	152
	2 + 8*n	390	326	262
	3 + 8*n	500	436	372
	4 + 8*n	610	546	482
	5 + 8*n	720	656	592
	6 + 8*n	830	766	702
	7 + 8*n	940	876	812
2	0 + 16*n	170	106	42
	1 + 16*n	280	216	152
	2 + 16*n	390	326	262
	3 + 16*n	500	436	372
	4 + 16*n	610	546	482
	5 + 16*n	720	656	592
	6 + 16*n	830	766	702
	7 + 16*n	940	876	812
	8 + 16*n	1 051	987	923
	9 + 16*n	1 162	1 098	1 034
	10 + 16*n	1 273	1 209	1 145
	11 + 16*n	1 384	1 320	1 256
	12 + 16*n	1 495	1 431	1 367
	13 + 16*n	1 606	1 542	1 478
	14 + 16*n	1 717	1 653	1 589
	15 + 16*n	1 828	1 764	1 700

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60512-1	—	*, [1]
IEC 60529	MOD	ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013) «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)»
IEC 61000-4-2	MOD	ГОСТ 30804.4.2—2013 (IEC 61000-4-2:2008) «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний»
IEC 61000-4-3	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-3—2016 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-3. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю» (IEC 61000-4-3:2010)
IEC 61000-4-4	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-4—2016 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к электрическим быстрым переходным процессам (пачкам)» (IEC 61000-4-4:2012)
IEC 61000-4-5	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-5—2017 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к выбросу напряжения» (IEC 61000-4-5:2014)
IEC 61000-4-6	—	*, [2]
IEC 61076-2-101	—	*
IEC 61131-2	IDT	ГОСТ IEC 61131-2—2012 «Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания» (IEC 61131-2:2007)
IEC 61158-5-2:2007	—	*
IEC 61158-6-2:2007	—	*
IEC 61918:2010	—	*
IEC 62026-1	IDT	ГОСТ IEC 62026-1—2015 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Интерфейсы между контроллерами и приборами (CDI). Часть 1. Общие правила» (IEC 62026-1:2007)
CISPR 11:2009	—	*, [3]

[1] Действует ГОСТ 28381—89 (МЭК 512-1—84, МЭК 512-2—85, МЭК 512-3—76, МЭК 512-4—76, МЭК 512-5—77, МЭК 512-6—84, МЭК 512-7—78, МЭК 512-8—84, МЭК 512-9—77) «Электромеханические компоненты для электронной аппаратуры. Основные методы испытаний и измерений».

[2] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 51317.4.6—99 (МЭК 61000-4-6—96) «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний».

[3] Действует ГОСТ CISPR 11—2017 «Электромагнитная совместимость. Оборудование промышленное, научное и медицинское. Характеристики радиочастотных помех. Нормы и методы испытаний», идентичный CISPR 11:2015.

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO/IEC 7498-1	—	*, [1)]

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1—99 «Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель. Часть 1. Базовая модель».

Библиография

[1] IEC 61000-4-11, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-11: Testing and measurement techniques — Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-11. Методы испытаний и измерений. Испытания на падение напряжения, кратковременные прерывания и изменения напряжения)

[2] IEC 61158 (all parts), Industrial communication networks — Fieldbus specifications (Сети связи промышленные. Спецификация полевой шины)

[3] IEC 62026-3:2008, Low-voltage switchgear and controlgear — Controller-device interfaces (CDIs) — Part 3: DeviceNet (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Интерфейсы между контроллерами и приборами (CDI). Часть 3. DeviceNet)

[4] TIA/EIA-485-A:1998, Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems (Электрические характеристики генераторов и приемников для использования в симметричных цифровых многоточечных системах)

УДК 621.3:006.354 МКС 29.130.20 IDT

Ключевые слова: интерфейс, мастер (ведущий), ведомый, привод, контроллер, повторитель, фрейм, данные, запрос, ответ, команда, функция, запись, считывание, достоверность, мониторинг, сбой, сброс

Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 31.07.2024. Подписано в печать 08.08.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 19,53. Уч.-изд. л. 16,60.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Поправка к ГОСТ IEC 62026-7—2023 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Интерфейсы между контроллерами и устройствами. Часть 7. CompoNet

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан

(ИУС № 10 2025 г.)

gost.e-ecolog.ru