

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201700029 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2018.02.28

(51) Int. Cl. *H04L 12/403* (2006.01)
G06F 13/42 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2016.12.28

(54) СПОСОБ АДАПТИВНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ПРОМЫШЛЕННОМ
КОНТРОЛЛЕРЕ

(96) 2016000119 (RU) 2016.12.28

(71) Заявитель:
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "ТеконГруп" (RU)

(57) Изобретение относится к способу передачи информации по проводным линиям в промышленном контроллере. Способ обмена данными заключается в том, что между ведущим электронным устройством (Master) и ведомым электронным устройством (Slave) по каналу осуществляется обмен данными в виде управляющих и информационных пакетов, в управляющее поле которых внесён признак адаптивного чтения (ADP). При передаче данных из ведомого устройства в ведущее устройство ведущее устройство запрашивает у ведомого устройства количество слов полезной информации, равное максимально возможному количеству слов, необходимых для записи контролируемого параметра. При этом ведомое устройство на запрос ведущего устройства направляет такое количество слов полезной информации, которое достаточно для записи текущего значения контролируемого параметра. В случае если ведомое устройство направляет в ведущее устройство меньшее количество слов полезной информации, чем количество слов, запрашиваемое ведущим устройством, ADP в управляющем и в информационном пакетах имеет разное значение. Предложенный способ позволяет передавать меньшее количество слов полезной информации, что обеспечивает увеличение скорости передачи данных.

A1

201700029

201700029

A1

Способ адаптивной передачи данных в промышленном контроллере.

Изобретение относится к способу передачи информации по проводным линиям в промышленном контроллере с программируемой логикой (ПЛК), являющегося вычислительной и управляющей единицей в распределённых автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП).

В частности, заявляемый способ может быть использован в многофункциональном программируемом контроллере МФК5000. Многофункциональный контроллер МФК5000 предназначен для сбора и обработки информации, получаемой от контрольно-измерительных приборов в виде дискретных, аналоговых и цифровых сигналов, включая прием информации от других подсистем автоматического управления, и для формирования воздействий на исполнительные механизмы. Контроллер МФК5000 должен обеспечить реализацию задачи управления объектом с общим количеством сигналов – до 5000. Одной из проблем разработчиков контроллера МФК5000 является обеспечение высоконадёжной и высокоскоростной информационной связи между модулем центрального процессора и модулями ввода-вывода, предназначенными для ввода в контроллер сигналов с датчиков и для вывода сигналов управления исполнительным устройствам. Решению этой проблемы и посвящено предлагаемое изобретение.

При описании заявляемого способа и аналогов используемые термины имеющее следующее значение:

«Протокол передачи данных» – набор правил и соглашений, определяющих содержимое, формат, параметры времени,

последовательность и проверку ошибок в сообщениях, которыми обмениваются устройства системы.

«Ведущее устройство (Master)» – главное устройство, которое посылает данные другим пользователям и/или запрашивает данные от других пользователей, т.е. является инициатором в обмене данными с ведомым устройством (Slave).

«Ведомое устройство (Slave)» – устройство, которое может обмениваться информацией только с ведущим устройством (Master) после того, как от ведущего устройства поступит соответствующий запрос.

«Канал передачи данных» – совокупность технических устройств (кабелей, ответвителей, соединителей, шин печатной платы и т.п.), обеспечивающих передачу сообщений любого типа от отправителя к получателю, осуществляемую с помощью электрических сигналов.

«Абонент» – электронное устройство, подключенное к каналу передачи данных для выдачи или приема данных.

«Слово» – строка битов, рассматриваемая как единое целое при их передаче, приёме, коммутации, обработке, отображении и хранении.

«Пакет» – блок данных, посланных по каналу передачи данных.

«Управляющий пакет» – блок данных, обрабатываемый сетевыми программами как единое целое. Пакет состоит из данных, выполняющих роль служебной информации, необходимых для реализации протокола.

«Информационный пакет» – блок данных, обрабатываемый сетевыми программами, как единое целое. Пакет состоит из служебной информации и полезной информации, которая должна быть передана.

Общая структура управляющего или информационного пакета определяется составом пакета и его форматом.

«Состав» – содержащиеся в пакете различные типы данных.

«Формат» – размерность и порядок размещения различных типов данных.

Известен способ для адаптации надёжности передачи данных в последовательной шинной системе (патент на изобретение РФ №2597501С2), принятый в качестве аналога. Абоненты обмениваются по шине сообщениями, имеющими логическую структуру, соответствующую стандарту ISO 11898-1 на протокол CAN. Согласно указанному протоколу структура сообщения включает в себя бит начала кадра, поле арбитража, поле управления, поле данных, поле циклической контрольной суммы (CRC), поле подтверждения и последовательность конца кадра. При свободной шине любой абонент может передать данные в любой момент. В случае одновременной передачи данных двумя и более абонентами происходит арбитраж доступа к шине и передаётся сообщение с большим приоритетом. В связи с возрастающими требованиями к передаваемым объёмам данных в известном способе модифицирован формат поля данных. Формат поля данных увеличен с максимально допустимого стандартом 8 байт до 16 байт или до 24 байт в расширенном формате. «За счет обеспечения возможности увеличения поля данных в передаваемом сообщении достигается тот эффект, что, по сравнению с соответствующим стандарту CAN сообщением, одним сообщением можно передать по шине большее количество, или объем, данных. Это выгодно увеличивает отношение объема содержащейся в сообщении информации (полезной информации) к объему служебной информации и тем самым также увеличивает среднюю скорость передачи данных по шинной системе». В известном способе используется два типа сообщений, первый тип – по протоколу CAN, второй тип – с модифицированным форматом поля данных. Тип сообщения определяется коммуникационным контроллером благодаря зарезервированному биту или дополнительному биту или битовой комбинации, введенных в поле арбитража и/или в поле управления. Благодаря такому биту коммуникационный контроллер адаптирует свою работу для принятия соответствующего типа сообщения.

Поскольку заявляемый способ обмена данными (протокол) изначально разрабатывался для контроллера, для работы которого характерна цикличность, обязательный опрос в цикле всех модулей ввода-вывода и гарантированное время отклика (система реального времени), то в качестве основы был взят протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый (master-slave), который в отличие от протокола CAN, основанного на арбитраже шины, обеспечивает перечисленные требования.

За основу для заявляемого способа обмена данными взят интерфейс, описанный в стандарте MIL-STD-1553B, dated 21 September 1978, «Department of defense interface standart for digital time division command/response multiplex data bus» (обозначение военного стандарта США). В нашей стране он был утверждён как ГОСТ 26765.52-87 (заменён на ГОСТ Р 52070-2003, введенный в действие 5 июня 2003 г.) «Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Общие требования» (прототип). Данный стандарт описывает магистральный последовательный интерфейс с централизованным управлением, применяемый в системе электронных модулей, и устанавливает требования к организации обмена информацией, функциям устройств интерфейса и контролю передачи информации, характеристикам информационной магистрали и характеристикам устройств интерфейса. Интерфейс функционирует асинхронно, в режиме «команда-ответ». Инициирование обмена информацией и управление передачей осуществляет только контроллер шины. Стандартом определён состав слов (фиг.1) – командное слово, слово данных и ответное слово. Размер каждого слова равен 20 разрядам. Слова начинаются с синхросигнала (три разряда), затем поле данных (16 бит) и заканчиваются разрядом контроля чётности. Определены два вида синхросигнала, которые позволяют отличать командные слова от информационных слов. Вся информация на магистрали передается в коде «Манчестер-2».

Интерфейс, описанный ГОСТ Р 52070-2003 имеет следующие недостатки. Так, определена низкая скорость передачи информации – 1 Мбит/с. Максимальный размер сообщения, которое может быть передано или принято не более 32 слов данных. При этом не обеспечен полный контроль достоверности передаваемой информации. Адресуемых абонентов не более 31. Всё это ограничивает использование интерфейса по ГОСТ Р 52070-2003 в современных системах.

Задача изобретения – увеличение скорости передачи данных, и, следовательно, скорости обмена данными между электронными устройствами, реализующими заявляемый протокол.

Технический результат достигается тем, что между по меньшей мере одним ведущим электронным устройством и по меньшей мере одним ведомым электронным устройством по каналу передачи данных осуществляют обмен данными в виде управляющих и информационных пакетов, при котором осуществляется передача данных от ведущего устройства к ведомому устройству или передача данных от ведомого устройства к ведущему устройству, в управляющее поле управляющих и информационных пакетов внесён признак адаптивного чтения, при этом при передаче данных от ведомого устройства к ведущему устройству ведущее устройство запрашивает у ведомого устройства количество слов полезной информации, равное максимально возможному количеству слов, необходимых для записи контролируемого параметра, а ведомое устройство на запрос ведущего устройства направляет такое количество слов полезной информации, которое достаточно для записи текущего значения контролируемого параметра, и в случае, если ведомое устройство направляет в ведущее устройство меньшее количество слов полезной информации, чем количество слов, запрашиваемое ведущим устройством, признак адаптивного чтения в управляющем пакете и в информационном пакете имеет разное значение.

Признаки и преимущества способа обмена данными раскрыты в последующем описании осуществления изобретения, приведённого со ссылками на следующие чертежи, на которых показаны:

фиг.1 – структура слов по ГОСТ Р 52070-2003 (прототип);

фиг.2 – структурная схема соединения электронных устройств, реализующих заявляемый способ обмена данными;

фиг.3 – передача логических нуля и единицы в коде «Манчестер-2» (прототип и заявляемый способ);

фиг.4 – синхросигналы управляющего слова и слова данных (прототип и заявляемый способ);

фиг.5 – физический формат управляющего слова (прототип и заявляемый способ);

фиг.6 – физический формат слова данных (прототип и заявляемый способ);

фиг.7 – структура информационного пакета (CTL+DATA);

фиг.8 – структура управляющего пакета (CTL);

фиг.9 – структура пакета данных (DATA);

фиг.10 – структура сообщения «записи данных в Slave»;

фиг.11 – структура сообщения «чтение данных из Slave»;

фиг.12 – сообщение «чтение данных из ведомого устройства (Slave)», в котором при измерении текущего значения параметра из ведомого устройства (Slave) передаётся в ведущее устройство (Master) максимально возможное количество слов данных, необходимых для записи контролируемого параметра (режим полного чтения из Slave);

фиг.13 – сообщение «чтение данных из ведомого устройства (Slave)», в котором из ведомого устройства (Slave) передаётся в ведущее устройство (Master) количество слов данных, достаточное для записи текущего значения контролируемого параметра (режим адаптивного чтения данных из Slave);

фиг.14 и фиг.15 – блок-схема алгоритма работы ведущего устройства (Master) при «чтении данных из ведомого устройства (Slave)».

Для осуществления способа обмена данными достаточно, по меньшей мере одного ведущего устройства (Master) 1 и по меньшей мере одного ведомого устройства (Slave) 2, подключенных к последовательному каналу 3 передачи данных (фиг.2). Например, в контроллере с программируемой логикой модуль центрального процессора выступает в качестве ведущего устройства (Master) 1, а в качестве ведомого устройства (Slave) может выступать модуль ввода 2 и/или модуль вывода 4, а в качестве канала 3 передачи данных используется внутренняя шина контроллера. На фиг.2 показаны также устройства полевого (нижнего) уровня АСУ ТП, а именно датчик 6 частоты вращения, подключенный к модулю ввода 2 и двигатель 7, подключенный к модулю вывода 4.

Развитие интегральной схемотехники привело к созданию принципиально новых измерительных преобразователей - интеллектуальных датчиков (далее ИД), содержащих в одном корпусе преобразователь и микропроцессор, что позволяет выполнять основные операции по преобразованию, усилению и обработке информации в самом датчике. ИД представляет собой совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих отображение свойств объекта контроля в виде некоторой структуры данных, формируемых в результате обработки выходного сигнала измерительного преобразователя по определенному алгоритму. ИД могут не только контролировать измеряемые величины, но и осуществлять их оценку, коррекцию по определенным критериям, контролировать свои собственные характеристики, работать в режиме диалога с системой управления, принимать команды, передавать измеренные значения, как правило, в цифровой форме, а также аварийные сообщения. ИД может обеспечить адаптацию (приспособление) к диапазону изменения значений измеряемой величины, к скорости изменения

измеряемой величины, к воздействию влияющих факторов, включая помехи, условия окружающей среды и т.д.

В качестве ведомого устройства (Slave) 5 могут выступать интеллектуальный датчик и/или интеллектуальный электропривод. Так, на фиг.2 в качестве ведомого устройства (Slave) 5 показан ИД, подключенный непосредственно к каналу 3 передачи данных.

Вся информация по каналу передается также, как и в интерфейсе по ГОСТ Р 52070-2003, а именно в коде «Манчестер-2». Этот самосинхронизирующийся фазоманипулированный код имеет нулевую постоянную составляющую, что очень важно в применениях с высокой скоростью передачи. Кодирование 0 и 1 производится не уровнем, а фронтом сигнала в середине тактового интервала (фиг.3), что позволяет обеспечить побитную синхронизацию передатчика и приемника по передаваемой информации в широком диапазоне отклонения несущей частоты.

Также, как и в интерфейсе по ГОСТ Р 52070-2003, определены два вида синхросигнала (фиг.4), которые позволяют аппаратно, следовательно быстро, отличать управляющее слово от слова данных и обеспечивают пословную синхронизацию передатчика и приёмника, т.е. однозначно определять начало слов в потоке 0 и 1 в канале.

На фиг.5 показан формат управляющего слова. Управляющее слово начинается синхросигналом (3 бита), полярность первой половины которого положительна, а вторая половина – отрицательная. Далее следуют 16 информационных бит, и завершается управляющее слово битом контроля по четности (P).

На фиг.6 показан формат слова данных. Слово данных начинается синхросигналом (3 бита), полярность первой половины которого отрицательная, а вторая половина – положительная. Затем следует 16 битовое поле данных и завершается слово данных битом контроля по четности (P).

Для передачи сигналов на небольшие расстояния предлагается использовать низковольтную дифференциальную линию передачи по согласованной проводной линии MLVDS (TIA/EIA-899 (Electrical Characteristics of Multipoint-Low-Voltage Differential Signaling)). Приемопередатчики MLVDS обеспечивают высокоскоростную и надежную передачу сигналов при малом энергопотреблении. При использовании данного способа передачи для обеспечения связи модуля центрального процессора с модулями ввода-вывода, расположенными внутри электротехнического шкафа с максимальным удалением между собой до 10 метров, скорость передачи может достигать 50 Мбит/с.

Для передачи сигналов на большие расстояния может быть использован интерфейс стандарта RS-485 (EIA/TIA-485-A). Абонентами здесь могут быть удаленные интеллектуальные датчики или контроллеры расширения.

Пакет, включающий поле данных, называется информационным пакетом (CTL+DATA). На фиг.7 показана общая структура информационного пакета. Информационный пакет состоит из управляющего поля, поля контрольной суммы управляющего поля, поля данных и поля контрольной суммы поля данных. Управляющее поле это данные необходимые абоненту для определения выполнения им задаваемых функций и указания своего состояния. Управляющее поле содержит адресную информацию, выполняемое действие (передача или приём данных), количество слов данных и т.д.

Пакет, не имеющий поля данных, называется управляющим пакетом (CTL). Управляющие пакеты могут выполнять функцию начала и конца сеанса связи, подтверждения приема информационного пакета, запроса информационного пакета и т.д. На фиг.8 показана структура управляющего пакета (CTL) состоящего из управляющего поля и контрольной суммы CRC(1) управляющего поля. Предложена пословная передача данных. Управляющее поле состоит из первого слова $sw[0]$ и второго слова $sw[1]$. Для обеспечения надёжности передачи данных, а именно для проверки

целостности данных управляющего поля предназначена контрольная сумма CRC(1), имеющего вид третьего $sw[2]$ слова.

Пакет данных (DATA), состоит из поля данных и контрольной суммы CRC(2) поля данных (фиг.9). Поле данных (полезная информация) – собственно данные, которыми обмениваются между собой абоненты и для передачи которых используется пакет данных. Последнее слово в пакете данных это контрольная сумма CRC(2) поля данных, предназначенная для проверки целостности поля данных.

В процессе сеанса обмена информацией по каналу между передающим и принимающим абонентами происходит обмен информационными и управляющими пакетами по установленным правилам, называемым протоколом обмена.

Таблица 1 – Состав и описание типов данных, используемых в предлагаемом способе обмена данными.

Тип данных	Описание
Управляющий пакет (CTL)	
Первое шестнадцатиразрядное управляющее слово cw[0] имеет следующий состав:	
WR/RD WR -запись RD - чтение	- бит операции «запись» данных в Slave или операции «чтение» данных из Slave. Код: 0-запись (WRITE) данных в Slave, 1-чтение (READ) данных из Slave;
ADP	- признак адаптивного чтения полезной информации. Значение данного бита изменяет Slave при направлении меньшего количества слов данных, чем запросил Master. Занимает один бит слова.
reserved	- признак зарезервированных битов, логическое значение которых разработчик может задать самостоятельно;
SIZE	- признак количества n слов в поле данных. Занимает восемь битов слова. Содержит код количества слов в поле данных, которые должны быть переданы в Slave или приняты из Slave.
Второе шестнадцатиразрядное управляющее слово cw[1] имеет следующий состав:	
SpaceAddr	- признак номера внутреннего адресного пространства запрашиваемого абонента для записи/чтения информации. Занимает восемь бит слова.
BusAddr	- признак адреса абонента на шине. Занимает семь бит слова. BusAddr=127 – широковещательное сообщение «ВСЕМ».
M/S	- бит инициатора текущей передачи на шине. Код: 0-активен Master, 1- активен Slave.

Признак контрольной суммы управляющего поля в виде шестнадцатиразрядного слова sw[2]:	
CRC(1) (Cyclic Redundancy Chech)	- признак контрольной суммы первого sw[0] и второго sw[1] управляющих слов. Применяется для проверки целостности передачи управляющих слов. Используется расчет CRC-16 с полиномом 0xA001, так называемый, CRC-16 Modbus.
Пакет данных (DATA)	
DATA	- поле данных имеет переменный размер, который и определяет полный размер пакета. Поле данных (полезная информация) состоит из n-числа шестнадцатиразрядных слов данных (DATA). Количество (SIZE) слов данных в пакете указано в первом управляющем слове. Количество слов в одном пакете увеличено до 256 слов.
CRC(2) (Cyclic Redundancy Chech)	-признак контрольной суммы слов данных. Применяется для проверки целостности передачи слов данных. Используется расчет CRC-16 с полиномом 0xA001, так называемый, CRC-16 Modbus.

Описанная выше структура управляющего пакета и пакета данных позволила увеличить количество абонентов на шине до 128, а количество внутренних адресных пространств - до 256.

Содержание передаваемой информации может быть любым при условии совместимости с форматами слов и форматами сообщений.

Передача данных между ведущим устройством (Master) и ведомыми устройствами (Slave) делится на три фазы: параметризация, конфигурирование и передача данных. В фазе параметризации и конфигурирования проверяется, соответствует ли конфигурация и параметры ведомого устройства запланированным в ведущем устройстве установкам. Проверяется тип устройства, формат и длина передаваемых

сообщений, количество входов или выходов. В фазе передачи данных ведущее устройство (Master) должно реализовывать передачу данных в ведомое устройство (Slave) и приём данных из ведомого устройства (Slave).

Рассмотрим возможные типы сообщений, которыми обмениваются ведущее и ведомое устройства путём последовательной передачи друг другу управляющих и информационных пакетов.

Первый тип сообщения предназначен для передачи данных от ведущего устройства (Master) к ведомому устройству (Slave) – «запись данных в Slave» (фиг.10).

Ведущее устройство (Master) передает информационный пакет (с признаком «запись (WR)» в управляющем поле), а ведомое устройство (Slave) принимает информационный пакет, просчитывает контрольную сумму CRC(1) управляющего поля и контрольную сумму CRC(2) поля данных и сравнивает их значения с полученными от ведущего устройства (Master). В зависимости от результата сравнения контрольных сумм ведомое устройство (Slave) либо игнорирует задание записи данных, либо принимает к исполнению. Если информационный пакет принят верно, ведомое устройство (Slave) посылает ведущему устройству (Master) ответ, имеющий вид управляющего пакета (CTL). Если контрольные суммы не совпадают, то считается, что целостность передаваемой информации нарушена и ведомое устройство (Slave) игнорирует задание и не отправляет ответ.

Второй тип сообщения предназначен для передачи данных от ведомого устройства (Slave) к ведущему устройству (Master) – «чтение данных из Slave» (фиг.11).

Ведущее устройство (Master) передает управляющий пакет (с признаком «чтение (RD)» в управляющем поле) и освобождает канал. Адресуемое ведомое устройство (Slave) принимает управляющий пакет, просчитывает контрольную сумму CRC(1) управляющего поля и сравнивает её значение со значением контрольной суммы, полученной от ведущего устройства (Master). В зависимости от результата сравнения контрольной

суммы ведомое устройство (Slave) либо игнорирует задание передачи данных, либо принимает к исполнению. При успешном сравнении ведомое устройство (Slave) захватывает шину и передает ведущему устройству (Master) ответ, имеющий вид информационного пакета. Ведущее устройство (Master) принимает ответ от ведомого устройства (Slave) в виде информационного пакета и просчитывает контрольную сумму CRC(1) управляющего поля и контрольную сумму CRC(2) поля данных. При успешном сравнении контрольных сумм управляющий пакет от ведомого устройства (Slave) считается принятым – чтение данных ведущим устройством (Master) из ведомого устройства (Slave) завершённым.

Известно, что для способа обмена данными, в котором один абонент (Master) всегда инициативно запрашивает данные у другого абонента (Slave) характерно то, что абонент (Slave) всегда направляет абоненту (Master) такое количество слов полезной информации, которое запросил у него абонент (Master) в текущем сообщении. В свою очередь абонент (Master) всегда (из цикла в цикл) запрашивает максимально возможное количество слов полезной информации, т.е. запрашивает количество слов полезной информации, необходимое для записи такого значения контролируемого параметра, для которого требуется максимальное количество слов полезной информации.

Значение контролируемого параметра, измеренного с заданной точностью, и является полезной информацией.

Основная идея предлагаемого изобретения – передавать по каналу только «нужное» количество слов полезной информации, в то время как традиционно в системах «Master/Slave» передаётся максимально возможное количество слов полезной информации.

Предлагаемый способ обмена данными даёт возможность при «чтении данных из ведомого устройства (Slave)», передавать по каналу только такое количество слов, предназначенных для записи полезной информации, которое достаточно для записи текущего значения контролируемого

параметра, что увеличивает производительность канала (внутренней шины контроллера).

Например: При чтении данных из ведомого устройства (Slave) ведущее устройство (Master) запрашивает значение измеряемого (контролируемого) параметра, например значение температуры. Допустим, что для передачи предельного значения температуры, например $T_{\max}=+70^{\circ}$, необходимо четыре слова в поле данных (фиг.12). Это максимальное количество слов данных (полезной информации), необходимое для записи контролируемой температуры. Ведущее устройство (Master) направляет в ведомое устройство (Slave) управляющий пакет (CTL) в первом слове $sw[0]$ которого $SIZE=5$, т.е. ведущее устройство (Master) запрашивает у ведомого устройства (Slave) информационный пакет, в котором поле данных должно состоять из четырёх слов данных ($d[0]$, $d[1]$, $d[2]$, $d[3]$) + одного слова контрольной суммы $CRC(2)$ (режим полного чтения) (фиг.12). Но диапазон номинальных значений измеряемого параметра температуры в 90% случаев не выходит за пределы значений $^{\circ}C +21...+40$. Для записи номинальных значений температуры необходимо одно слово в поле данных. Следовательно, каждый раз, при передаче номинального значения температуры по каналу направляется три «лишних» слова, биты которых установлены в логический ноль. Поэтому, в микропроцессоре ведомого устройства (Slave), анализируется текущее значение измеренной температуры, например $T_1=+25^{\circ}$, и выставляется в ответном информационном пакете (CTL+DATA) $SIZE=2$, т.е. ведомое устройство (Slave) отправляет ведущему устройству (Master) информационный пакет, в котором поле данных состоит из одного слова данных ($d[0]$) + одного слова контрольной суммы $CRC(2)$ (режим адаптивного чтения данных из Slave) (фиг.13). В результате имеем сокращение времени ΔT_p обслуживания конкретного ведомого устройства (Slave) (модуля ввода-вывода, ИД) примерно на 28%.

Процентный временной выигрыш ΔT_p можно рассчитать по формуле:

$$\Delta T_p = \left(1 - \frac{6+y}{6+x}\right) * 100[\%] ; \text{ где:}$$

x – максимальное количество слов данных, зарезервированное для данного контролируемого параметра;

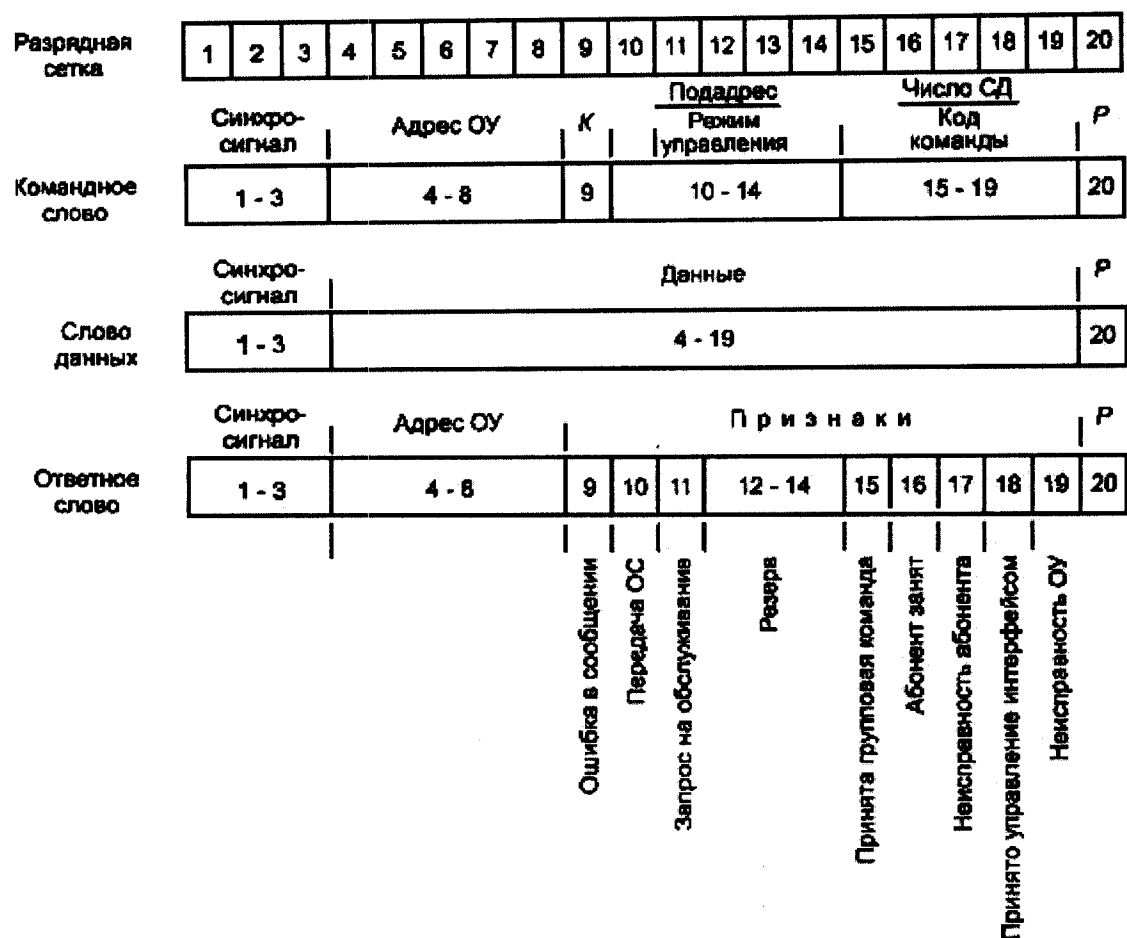
y – минимально необходимое количество слов для текущего значения контролируемого параметра.

Для того, чтобы ведущее устройство (Master) не восприняло переданный ведомым устройством (Slave) информационный пакет с меньшим количеством слов полезной информации как ошибку, в состав управляющих полей управляющего и информационного пакетов включен признак адаптивного чтения ADP.

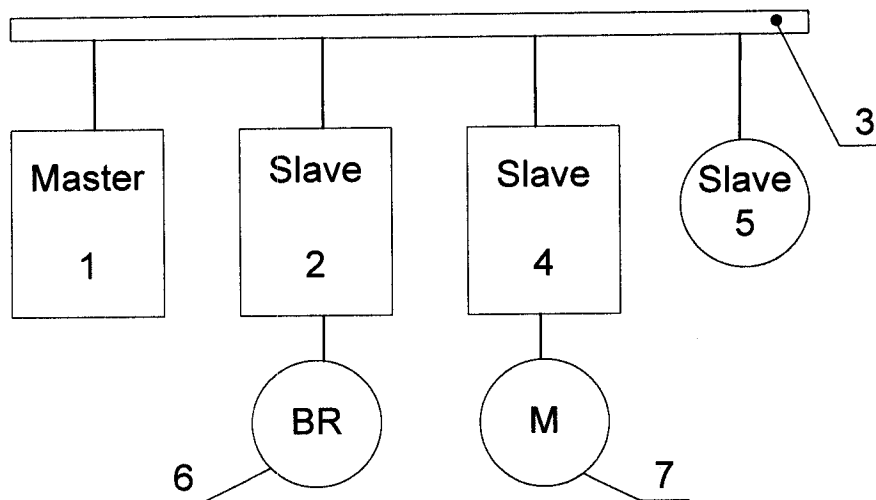
В приведённом примере ведущее устройство (Master) направляет в ведомое устройство (Slave) управляющий пакет (CTL) со значением "0" в бите ADP и выставленным значением Size – количества запрашиваемых слов полезной информации. В свою очередь, ведомое устройство (Slave) при направлении ответного информационного пакета (CTL+DATA) с количеством слов полезной информации (DATA) меньшим, чем запрашивалось в управляющем пакете, изменяет значение в бите ADP. В ответном информационном пакете бит ADP имеет значение "1". Полученный информационный пакет в управляющем поле которого ADP=1, ведущее устройство (Master) воспринимает как команду к установке нового значения Size для приёма пакета данных (DATA) от ведомого устройства (Slave) (фиг.14, фиг.15). Если ведомое устройство (Slave) направляет в ведущее устройство (Master) такое количество слов полезной информации (DATA), какое запросило ведущее устройство (Master), то значение бита ADP в ответном информационном пакете не изменяется и сохраняет значение "0".

Формула изобретения

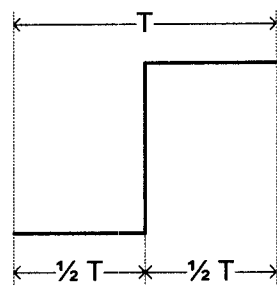
1. Способ обмена данными, заключающийся в том, что между по меньшей мере одним ведущим электронным устройством и по меньшей мере одним ведомым электронным устройством по каналу передачи данных осуществляют обмен данными, при котором осуществляется передача данных от ведущего устройства к ведомому устройству или передача данных от ведомого устройства к ведущему устройству, отличающийся тем, что обмен данными между ведущим и ведомым устройствами осуществляют в виде управляющих и информационных пакетов, в управляющее поле которых внесён признак адаптивного чтения, при передаче данных от ведомого устройства к ведущему устройству ведущее устройство запрашивает у ведомого устройства количество слов полезной информации, равное максимально возможному количеству слов, необходимых для записи контролируемого параметра, а ведомое устройство на запрос ведущего устройства направляет такое количество слов полезной информации, которое достаточно для записи текущего значения контролируемого параметра, и в случае, если ведомое устройство направляет в ведущее устройство меньшее количество слов полезной информации, чем количество слов, запрашиваемое ведущим устройством, признак адаптивного чтения в управляющем пакете и в информационном пакете имеет разное значение.



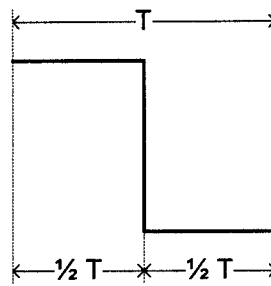
Фиг.1



Фиг.2

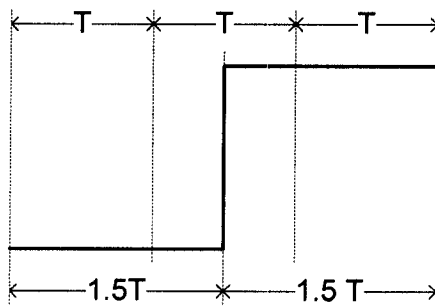


Лог. «0»

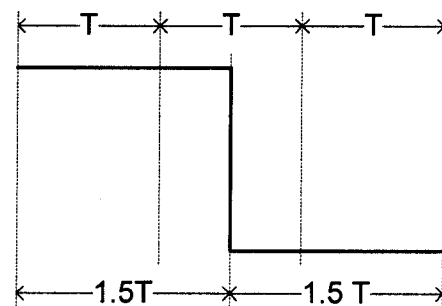


Лог. «1»

Фиг.3

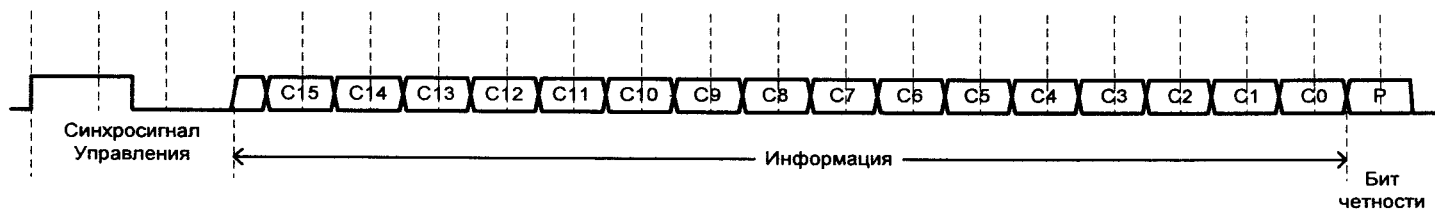


Синхросигнал данных



Синхросигнал управления

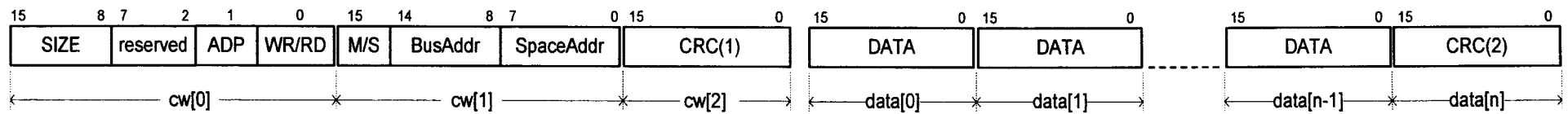
Фиг.4



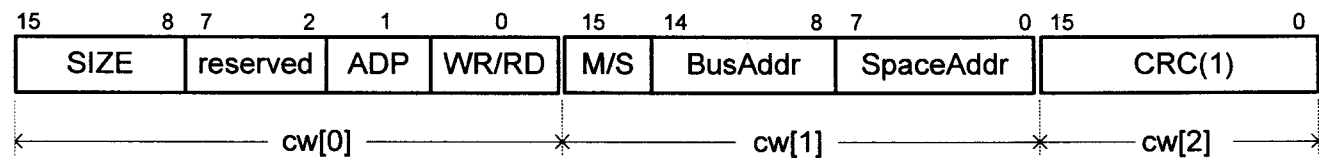
Фиг.5



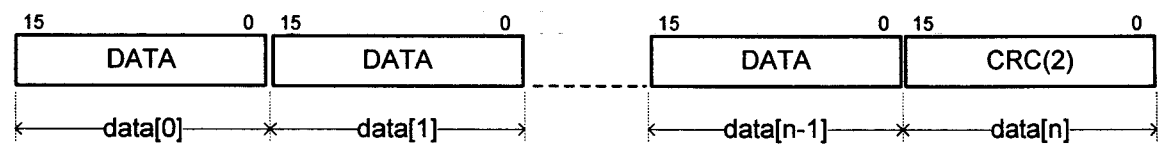
Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8



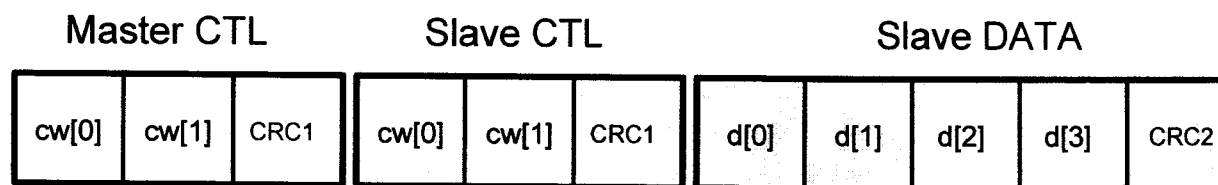
Фиг.9



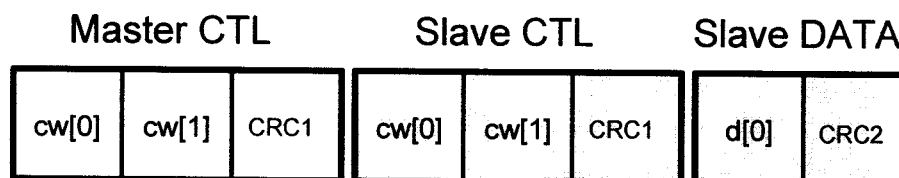
Фиг.10



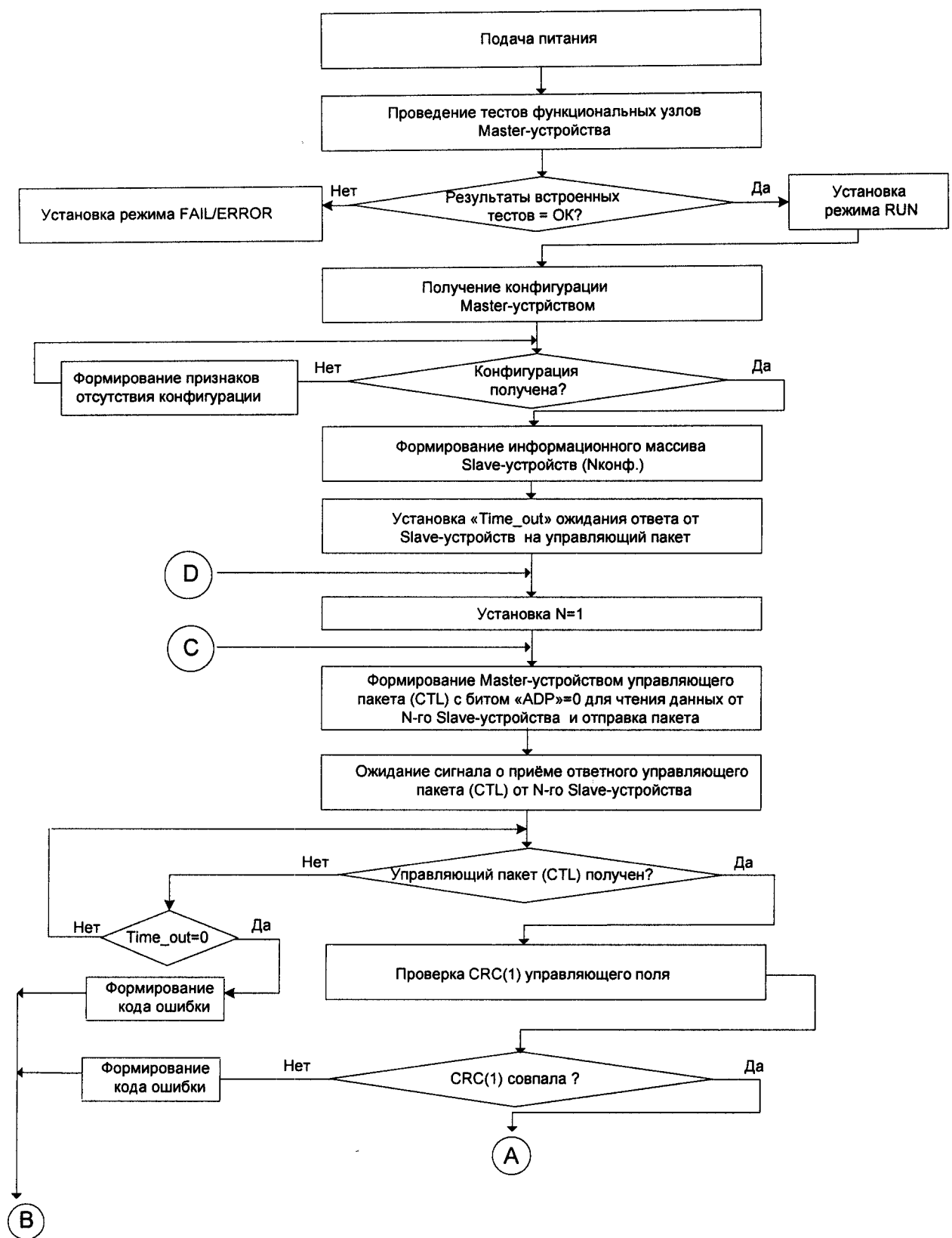
Фиг.11



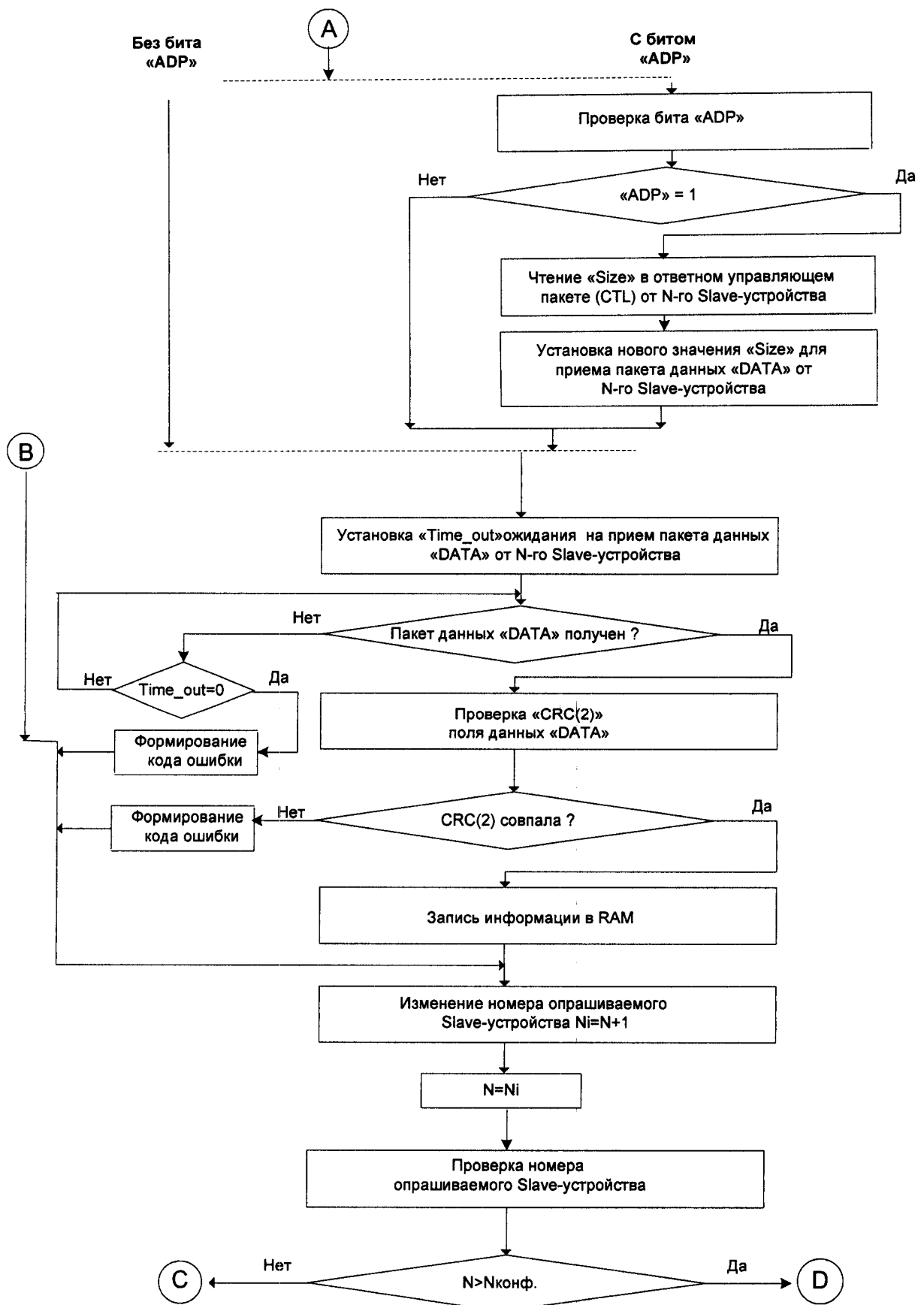
Фиг.12



Фиг.13



Фиг.14



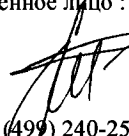
Фиг.15

ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ
ПОИСКЕ(статья 15(3) ЕАПК и правило 42
Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

201700029

Дата подачи: 28 декабря 2016 (28.12.2016)		Дата испрашиваемого приоритета:
Название изобретения: Способ адаптивной передачи в промышленном контроллере		
Заявитель: ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ТЕКОНГРУП"		
☐ Некоторые пункты формулы не подлежат поиску (см. раздел I дополнительного листа) ☐ Единство изобретения не соблюдено (см. раздел II дополнительного листа)		
А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:		H04L 12/403 (2006.01) G06F 13/42 (2006.01)
Согласно Международной патентной классификации (МПК) или национальной классификации и МПК		
Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:		
Минимум просмотренной документации (система классификации и индексы МПК) H04L 12/00, 12/28, 12/40-12/403, 12/413, G06F 9/00, 9/44, 13/00, 13/42		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в область поиска:		
В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	MIL-STD-1553. Tutorial. AIM Gmbh. Avionics Databus Solutions, November 2010 v2.3 [online]. Retrieved from the Internet: <URL: https://www.aim-online.com/pdf/OVW1553.pdf>, с. 2-1, раздел "MIL-STD-1553 Overview, с. 2-4, раздел "1553B Hardware Components", с. 3-9, раздел "4.3.3.5.1.2. Remote Terminal Address", с. 3-10, раздел "4.3.3.5.1.5. Data Word Count/Mode Code", с. 3-25, раздел "BC-RT", с. 3-27, раздел "4.3.3.6.5. Mode Command with Data Word (Transmit)"	1
A	US 8990464 B2 (ANALOG DEVICES, INC.) 24.03.2015	1
A	RU 2597501 C2 (РОБЕРТ БОШ ГМБХ) 10.09.2016	1
☐ последующие документы указаны в продолжении графы В ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылочных документов: "А" документ, определяющий общий уровень техники "Е" более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее "О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д. "Р" документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета "D" документ, приведенный в евразийской заявке		
"I" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения "Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности "У" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории "&" документ, являющийся патентом-аналогом "L" документ, приведенный в других целях		
Дата действительного завершения патентного поиска:		12 мая 2017 (12.05.2017)
Наименование и адрес Международного поискового органа: Федеральный институт промышленной собственности РФ, 125993, Москва, Г-59, ГСП-3, Бережковская наб., д. 30-1. Факс: (499) 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		Уполномоченное лицо :  Т. М. Иванова Телефон № (499) 240-25-91