

# **АНАЛИЗ СВОЙСТВ, ХАРАКТЕРИСТИК И ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ CAN ПРОТОКОЛА**

**Магистрант группы М-9-15 Ковалев И.А.**

Научный руководитель: к.т.н., преп. Нежметдинов Р. А.

## **МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»**

*Работа выполнена по Госконтракту №П1368 на проведение НИР в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы.*

Исходной потребностью появления сетевого протокола CAN (англ. Controller Area Network) явилась острая потребность необходимости замены громоздких пучков проводов (до 7,5 см в диаметре) одним кабелем, призванным соединить все основные компоненты управления автомобилем: аварийные сигналы, подушки безопасности, фары, электроприводы стекол, дверные замки и пр. С этой целью в первоначальной версии в 1983 году компанией Robert Bosch GmbH был разработан новый стандарт промышленной сети CAN (Controller Area Network- сеть контроллеров), для упрощения процесса проводки кабелей в автомобилях Mercedes [1].

В настоящее время CAN - контроллеры и трансиверы широко распространены в промышленной автоматизации, технологиях «умного дома», очень широко применяются в автомобильной промышленности и многих других областях.

Основное преимущество технологии CAN – очень высокая степень надежности: сеть выживает в самых суровых условиях, причем статистическая вероятность отказа составляет менее одного случая на десять лет.

В указанном контексте применение протокола CAN актуально в самых широких приложениях, где требуется применение распределенной системы контроллеров.

Если рассмотреть структуру семиуровневой модели ISO OSI, то CAN охватывает только два уровня – физический и канальный. Стандарт не предусматривает никакого протокола прикладного уровня для работы с CAN. Для его воплощения в жизнь некоторые фирмы разрабатывают его сами: CANopen (организация CiA), DeviceNet (Allen-Bradley), CAN Kingdom (Kvaser), SDS (Honeywell Micro Switch Division), J1939.

Канальный уровень сети CAN имеет два подуровня: подуровень CAN LLC (Logical Link Control), где происходит подтверждение фильтрации, уведомление о перегрузке, управление восстановлением данных и подуровень CAN MAC (Medium Access Control), в котором происходит формирование пакетов данных, кодирование, управление доступом,

обнаружение ошибок, сигнализация об ошибках, подтверждение приема, преобразование из последовательной формы в параллельную и обратно.

На физическом уровне происходит обеспечение надежной передачи на уровне байтов, устанавливаются требования к линии передачи.

CAN является последовательной синхронной шиной, с типом доступа Collision Resolution (CR), который в отличие от Collision Detect (CD) сетей (Ethernet — это CD) детерминировано (приоритетно) обеспечивает доступ на передачу сообщения, что особо ценно для промышленных сетей управления (fieldbus). Это обеспечивает поддержку режима реального времени. Передача ведётся кадрами (фреймами) и сообщение посылается сразу всем узлам сети, т.к. в CAN-сети ни один из узлов не имеет адреса. Полезная информация в кадре состоит из идентификатора длиной 11 бит (стандартный формат) или 29 бит (расширенный формат, надмножество предыдущего) и поля данных длиной от 0 до 8 байт. Идентификатор говорит о содержимом пакета и служит для определения приоритета при попытке одновременной передачи данных несколькими сетевыми узлами. Назначение приоритетов может происходить следующим образом: один - для параметра скорости, другой - для частоты вращения коленчатого вала двигателя и т.п. Каждый узел-приемник в сети CANbus сам выбирает предназначенные для него сообщения. Возможные коллизии, связанные с одновременным запросом шины, разрешаются на основе приоритетности сообщений; право на работу с шиной получит тот узел, который передает сообщение с наивысшим приоритетом.

Существуют следующие типы фреймов:

- DATA FRAME (фрейм данных) служит для передачи данных
- REMOTE FRAME (дистанционный фрейм, фрейм вызова) служит для передачи одним из устройств с последующим получением от другого в формате DATA FRAME с тем же идентификатором.
- ERROR FRAME (фрейм ошибок) передается узлом, обнаружившим в сети ошибку
- OVERLOAD FRAME (фрейм перегрузки) обеспечивает промежуток между кадрами данных или запроса. На рис. 1 представлена схема формата фрейма.

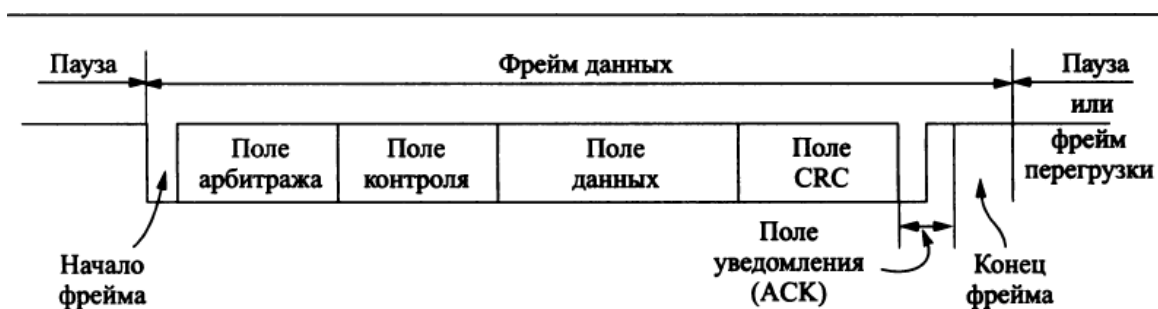


Рис.1 Формат фрейма

Фрейм данных состоит из следующих полей (рис.1): начало фрейма (Start Of Frame), поле арбитража (Arbitration Field), поле контроля (Control Field), поле данных (Data Field), поле циклического избыточного кода (CRC Field), поле уведомлений о приеме (ACKnowledgement Field) и поле конца фрейма (End Of Frame) . Поле данных может иметь нулевую длину.

Формат кадра данных имеет вид, представленный на рис.2.

Байт данных в сообщении CAN	D0		D	D	3	4	5	6
	1	2						
Формат технологического протокола	Команда технологического протокола		Адрес параметра		Значение параметра			

Рис. 2 Формат сообщения технологического протокола.

Большим преимуществом является то, что протокол CAN обладает развитой системой обнаружения и сигнализации ошибок. Для этих целей используется поразрядный контроль, прямое заполнение битового потока, проверка пакета сообщения CRC-полиномом, контроль формы пакета сообщений, подтверждение правильного приема пакета данных. При этом интервал кода Хемминга  $d=6$ . Общая вероятность необнаруженной ошибки  $4.7 \times 10^{-11}$ . Если сообщение доставлено с ошибкой, то происходит автоматический повтор передачи, как только сеть станет свободной.

Если говорить о скорости передачи, то все узлы сети должны работать с одной скоростью. Стандарт CAN сам как таковой не определяет скоростей работы, но большинство адаптеров позволяют плавно менять скорость в диапазоне от 10 Кбит/с до 1024 Кбит/с.

Схема передачи сообщений представлена на рис. 3.

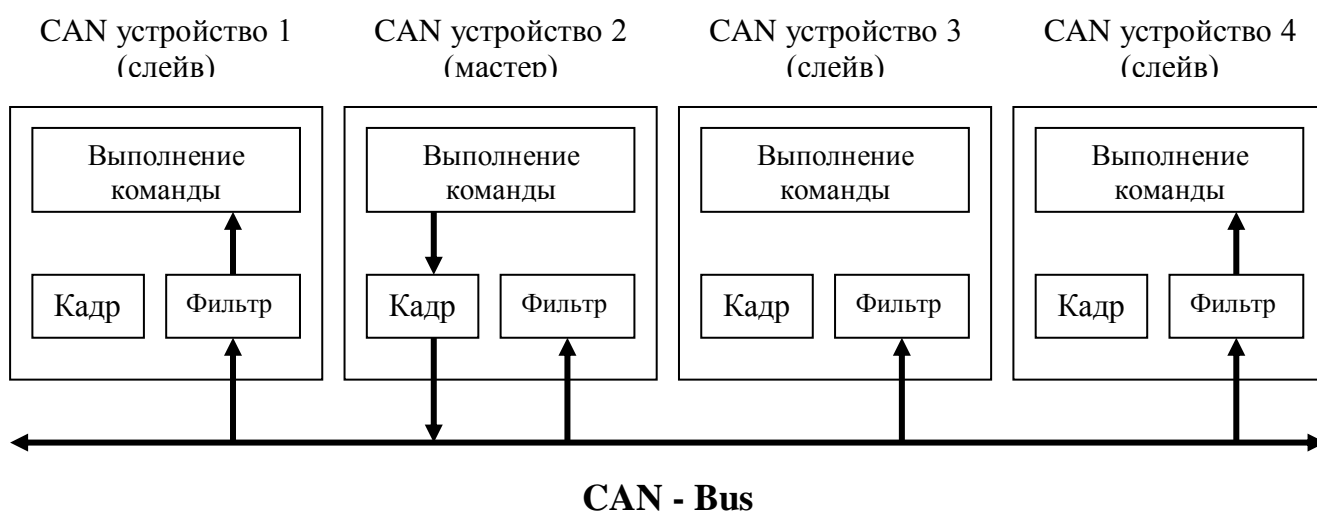


Рис. 3 Схема передачи сообщений в протоколе CAN- bus.

В CAN-сети ни один из узлов не имеет адреса. Вместо этого сообщения

посылаются «всем», но содержат идентификатор, который описывает смысл посылаемых данных. Сообщение принимается узлом, если его идентификатор проходит через фильтр сообщений, имеющийся в каждом узле.

Как уже было сказано выше, разработка CAN закончилась на первых двух уровнях модели OSI, что и привело к появлению разных не совместимых между собой протоколов прикладного уровня.

Самым распространенным является протокол CANopen.

CANopen определяет протокол для распределенных промышленных автоматизированных систем на базе CAN. CANopen разработан организацией CAN in Automation (CiA) и стандартизирован CENELEC EN 50325/4.

Семейство CANopen профилей базируется на "Communication Profile" (профиль связи), который определяет базовые механизмы связи и множество различных профилей устройств или приложений, содержащих описания основных типов устройств, таких как цифровые и аналоговые I/O модули, приводы, программируемые контроллеры и кодирующие устройства. В профилях устройств содержится функциональность, параметры и доступ к данным процесса стандартных устройств соответствующих типов.

Главным элементом CANopen стандарта является описание функциональности устройства через словарь объектов. Каждая точка входа словаря объектов обозначается через 16-ти битный индекс и 8-ми битный субиндекс. Некоторые точки входа словаря объектов представляют собой базис для стандартизированного доступа к сети «Объектам приложения» устройства, например, входные и выходные сигналы, параметры устройства, функции устройства или переменные сети, а также «Объектам связи», которые описывают функциональность связи устройства.

Аналогично известным системам с полевой шиной, CANopen имеет два базовых механизма передачи данных:

Высокоскоростной обмен небольшими объемами данных процесса через так называемые Process Data Objects - PDO (объекты данных процесса)

Доступ к точкам входа в словаре объектов через Service Data Objects – SDO (объекты данных сервиса).

PDO могут использоваться для передачи до 8 байтов данных. Передача и прием PDO может быть синхронизированной по всей сети с помощью синхронизирующих сообщений (Синхронные PDO). Назначение объектов приложения PDO (Объект передачи) настраивается с помощью структуры данных (PDO отображение) в словаре объектов.

Передача SDO выполняется с подтверждением посредством двух CAN объектов, аналогично логическому соединению точка-точка между двумя устройствами сети. Адресация к соответствующим точкам входа словаря объектов выполняется с помощью заданного индекса и субиндекса точки входа в поле данных указанных CAN кадров. Передаваемые данные имеют произвольную длину. Передача SDO сообщений содержит дополнительные служебные данные протокола.

Таким образом, несмотря на имеющиеся недостатки технологии CAN:

сравнительно высокая стоимость CAN-устройств; зависимость скорости передачи данных от длины кабеля и отсутствие единого протокола прикладного, CAN стандарт сети предоставляет широкие возможности для практически безошибочной передачи данных между узлами, оставляя разработчику возможность вложить в этот стандарт всё, что туда сможет поместиться.

#### **Библиографический список**

1. Шемелин В.К., Хазанова О.В. Управление системами и процессами: Учебник для вузов. – Старый оскол: ООО «ТНТ», 2007. – 320 с.