

ШИНА CAN

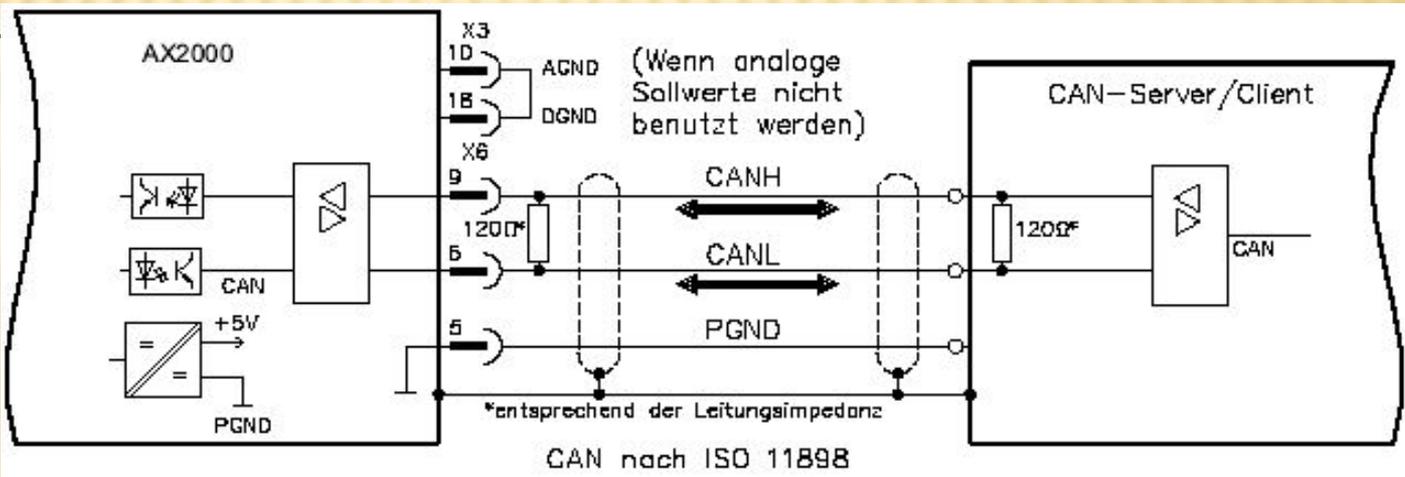
Интерфейс шины CAN

ОПИСАНИЕ СТАНДАРТА

- ❖ CAN модуль, CAN шина, CAN интерфейс, CAN - все это названия стандарта промышленной сети, ориентированного прежде всего на объединения в единую сеть различных устройств и датчиков.
- ❖ CAN - от английского Controller Area Network, что переводится как Сеть Контроллеров. CAN стандарт разработан компанией Robert Bosch GmbH в 1980-х годах и в настоящее время широко распространён в промышленной автоматизации, технологиях «умного дома», автомобильной промышленности и многих других областях.
- ❖ Непосредственно стандарт CAN от Bosch определяет передачу в отрыве от физического уровня — он может быть каким угодно, например, радиоканалом или оптоволоконном. Но на практике под CAN-сетью обычно подразумевается сеть топологии «шина» с физическим уровнем в виде дифференциальной пары, определённым в стандарте ISO 11898. Передача ведётся кадрами, которые принимаются всеми узлами сети.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

❖ Синхронная шина, 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). Передача ведётся кадрами. 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



РЕЦЕССИВНЫЕ И ДОМИНАНТНЫЕ БИТЫ

- ❖ Для абстрагирования от среды передачи спецификация CAN избегает описывать двоичные значения как «0» и «1». Вместо этого применяются термины «рецессивный» и «доминантный», при этом подразумевается, что при передаче одним узлом сети рецессивного бита, а другим доминантного, принят будет доминантный бит. Например, при реализации физического уровня на радиоканале отсутствие сигнала означает рецессивный бит, а наличие — доминантный; тогда как в типичной реализации проводной сети рецессив бывает при наличии сигнала, а доминант, соответственно, при отсутствии. Стандарт сети требует от «физического уровня», фактически, единственного условия: чтобы доминантный бит мог подавить рецессивный, но не наоборот. Например, в оптическом волокне доминантному биту должен соответствовать «свет», а рецессивному — «темнота». В электрическом проводе может быть так: рецессивное состояние — высокое напряжение на линии (от источника с большим внутренним сопротивлением), доминантное — низкое напряжение (все узлы сети «подтягивают» линию на землю). Если линия находится в рецессивном состоянии, перевести её в доминантное может любой узел сети (включив свет в оптоволокне или закоротив высокое напряжение). Наоборот — нельзя (включить темноту нельзя).

ВИДЫ КАДРОВ

- ❖ Кадр данных (data frame) — передаёт данные;
- ❖ Кадр запроса передачи (remote frame) — служит для запроса на передачу кадра данных с тем же идентификатором;
- ❖ Кадр перегрузки (overload frame) — обеспечивает промежуток между кадрами данных или запроса;
- ❖ Кадр ошибки (error frame) — передаётся узлом, обнаружившим в сети ошибку.

Кадры данных и запроса отделяются от предыдущих кадров межкадровым промежутком.

АРБИТРАЖ ДОСТУПА

- ❖ При свободной шине любой узел может начинать передачу в любой момент. В случае одновременной передачи кадров двумя и более узлами проходит арбитраж доступа: передавая адрес источника, узел одновременно проверяет состояние шины.
- ❖ Если при передаче "0" бита принимается "1" — считается, что другой узел передаёт сообщение с большим приоритетом и передача откладывается до освобождения шины. Таким образом, в отличие, например, от Ethernet в CAN не происходит непроизводительной потери пропускной способности канала при коллизиях. Цена этого решения — вероятность того, что сообщения с низким приоритетом никогда не будут переданы.

КОНТРОЛЬ ОШИБОК

CAN имеет несколько механизмов контроля и предотвращения ошибок:

- ❖ **Контроль передачи:** при передаче битовые уровни в сети сравниваются с передаваемыми битами.
- ❖ **Дополняющие биты (bit stuffing):** после передачи пяти одинаковых битов подряд автоматически передаётся бит противоположного значения. Таким образом, кодируются все поля кадров данных или запроса, кроме разграничителя контрольной суммы, промежутка подтверждения и EOF.
- ❖ **Контрольная сумма:** передатчик вычисляет её и добавляет в передаваемый кадр, приёмник считает контрольную сумму принимаемого кадра в реальном времени (одновременно с передатчиком), сравнивает с суммой в самом кадре и в случае совпадения передаёт доминантный бит в промежутке подтверждения.
- ❖ **Контроль значений полей при приёме.**

СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ И ДЛИНА СЕТИ

❖ Диапазон скоростей

Все узлы в сети должны работать с одной скоростью. Стандарт CAN не определяет скоростей работы, но большинство как отдельных, так и встроенных в микроконтроллеры адаптеров позволяют плавно менять скорость в диапазоне по крайней мере от 20 килобит в секунду до 1 мегабита в секунду. Существуют решения, выходящие далеко за рамки данного диапазона.

❖ Предельная длина сети

Приведённые выше методы контроля ошибок требуют, чтобы изменение бита при передаче успело распространиться по всей сети к моменту замера значения. Это ставит максимальную длину сети в обратную зависимость от скорости передачи: чем больше скорость, тем меньше длина. Например, для сети стандарта ISO 11898 предельные длины составляют приблизительно:

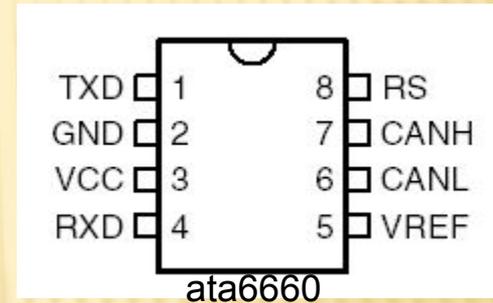
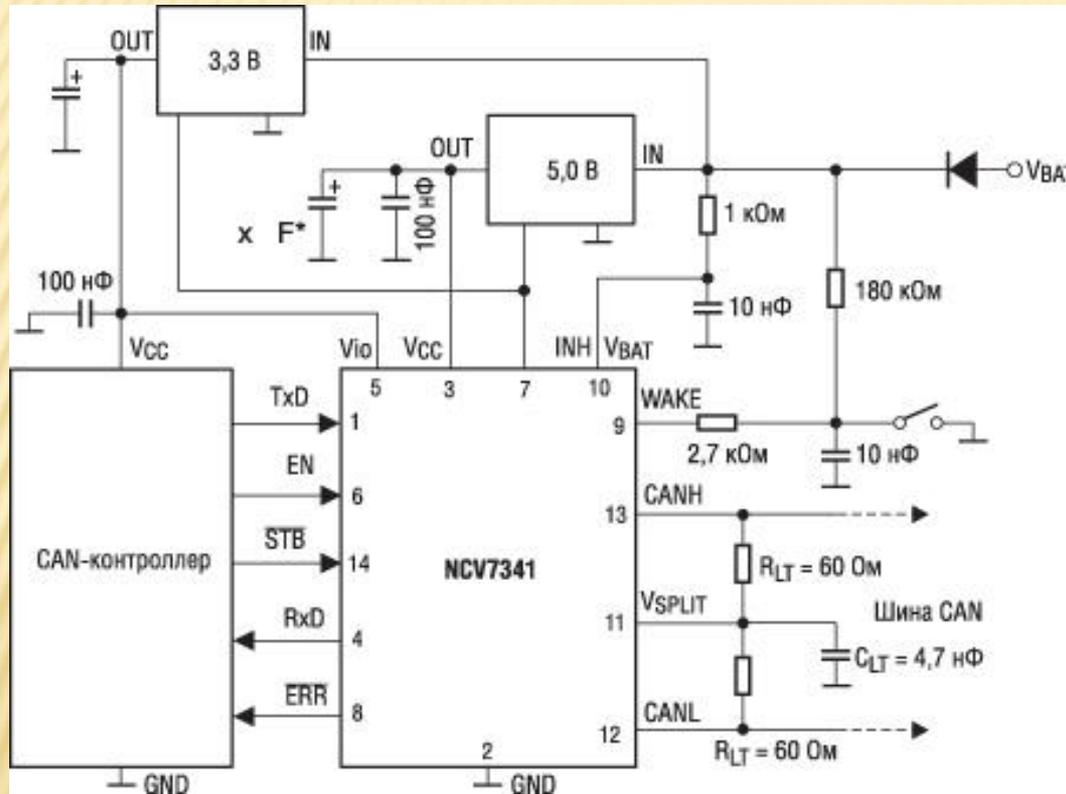
- 1 Мбит/с 40 м
- 500 Кбит/с 100 м
- 125 Кбит/с 500 м
- 10 Кбит/с 5000 м

ПРОТОКОЛЫ ВЫСОКОГО УРОВНЯ

Базовой спецификации CAN недостаёт многих возможностей, требуемых в реальных системах: передачи данных длиннее 8 байт, автоматического распределения идентификаторов между узлами, единообразного управления устройствами различных типов и производителей. Поэтому вскоре после появления CAN на рынке начали разрабатываться протоколы высокого уровня для него. В число распространённых на данный момент протоколов входят:

- ❖ CANopen
- ❖ DeviceNet
- ❖ CAN Kingdom
- ❖ J1939
- ❖ SDS

ИНТЕРФЕЙСЫ СОПРЯЖЕНИЯ



ПРЕИМУЩЕСТВА ШИНЫ CAN

- ❖ Возможность работы в режиме жёсткого реального времени.
- ❖ Простота реализации и минимальные затраты на использование.
- ❖ Высокая устойчивость к помехам.
- ❖ Арбитраж доступа к сети без потерь пропускной способности.
- ❖ Надёжный контроль ошибок передачи и приёма.
- ❖ Широкий диапазон скоростей работы.
- ❖ Большое распространение технологии, наличие широкого ассортимента продуктов от различных поставщиков.

НЕДОСТАТКИ ШИНЫ CAN

- ❖ Максимальная длина сети обратно пропорциональна скорости передачи.
- ❖ Большой размер служебных данных в пакете (по отношению к полезным данным).
- ❖ Отсутствие единого общепринятого стандарта на протокол высокого уровня, однако же, это и достоинство. Стандарт сети предоставляет широкие возможности для практически безошибочной передачи данных между узлами, оставляя разработчику возможность вложить в этот стандарт всё, что туда сможет поместиться. В этом отношении CAN подобен простому электрическому проводному соединению. Туда можно «затолкать» любой поток информации, который сможет выдержать пропускная способность шины. Известны примеры передачи звука и изображения по шине CAN (Россия). Известен случай создания системы аварийной связи вдоль автодороги длиной несколько десятков километров (Германия). (В первом случае нужна была большая скорость передачи и небольшая длина линии, во втором случае — наоборот). Изготовители, как правило, не афишируют, как именно они используют полезные байты в пакете.