

Протокол CAN - оптимальное построение бортовой сети автомобиля

Стандарт CAN (Controller Area Network) - это протокол последовательного доступа по проводным сетям, который был специально разработан для применения в автомобилях в начале 1980-х. Протокол CAN был стандартизован в 1993г. как международный стандарт ISO 11898-1. Кроме того, для протокола CAN определен, как стандарт ISO 16845, перечень аттестационных тестов, которые должны гарантировать совместимость и взаимозаменяемость CAN-чипов.

В настоящее время протокол CAN является самым распространенным в автомобильной электронике и активно завоевывает позиции в смежных областях промышленной электроники и транспорта – везде, где требуется высокоскоростной обмен данными между электронными системами наблюдения, управления или измерения. Около 40 изготовителей интегральных схем и аппаратных средств ЭВМ изготавливают CAN-чипы самого различного назначения, более 315 000 000 сетей стандарта CAN находятся в эксплуатации.

Основные характеристики сети стандарта CAN

- ✚ Распределенная проводная сеть связи с неограниченным количеством равнодоступных узлов.

*Система **multi-master** позволяет строить интеллектуальные сети с резервированием*

- ✚ Оперативное изменение числа узлов сети без изменения конфигурации остальных узлов.

При удалении неисправного оборудования одного или нескольких узлов полностью сохраняется работоспособность оставшейся сети без изменения программных или аппаратных установок.

- ✚ Широковещательная передача данных в сети.

Передаваемое сообщение читается всеми доступными приемниками, что обеспечивает максимальную сохранность сообщений и идентичность информации во всех узлах сети.

- ✚ Эффективные многоступенчатые алгоритмы обнаружения ошибок и автоматическая повторная передача искаженных сообщений.

Гарантируется максимально высокая достоверность передачи информации в среде с высоким уровнем электромагнитных помех (от системы зажигания автомобилей, коллекторных электродвигателей и т.д.).

- ✚ Система приоритетов передаваемых сообщений.

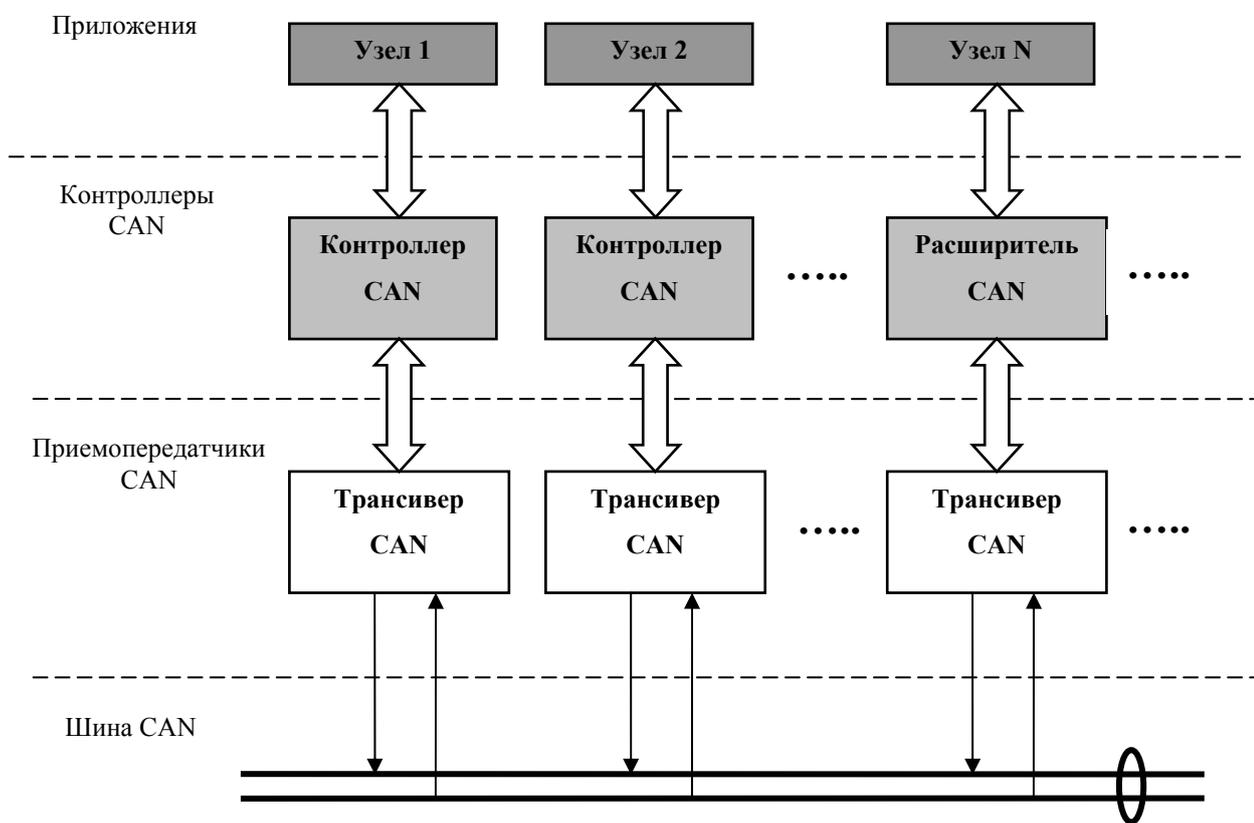
Позволяет регулировать срочность распространения сообщений в сети – внеочередная передача сигналов аварии или безопасности.

- Внутренняя диагностика исправности трансиверов и контроллеров, автоматическое отключение неисправного оборудования.

Обеспечивает не искажение информации в сети дефектными устройствами и исключает возможность посылки сообщений дефектным устройствам.

Функциональная схема сети стандарта CAN

Типовая функциональная схема сети стандарта CAN включает шину, приемопередатчики и контроллеры и/или расширители ввода-вывода.



Шина CAN

- Скрученная пара проводов поддерживает скорость передачи информации 1Мбит/с на расстоянии до 40м.
- Тип сигнала в шине: NRZ (полярный, без возврата к нулю).
- Постоянное уровень напряжения в шине 2.5В, верхний уровень сигнала более 3.5В, нижний уровень менее 1.5 В.

Приемопередатчик CAN

- Приемопередатчик поддерживает двухсторонний обмен информацией по шине в дуплексном режиме (одновременная передача информации и прослушивание канала)
- Приемник имеет дифференциальный вход с целью подавления синфазной помехи и высокий входной импеданс, обеспечивающий параллельное подключение
- Имеет защиту от перенапряжения в сети питания, потери заземления, электростатических разрядов в шине данных.

Контроллер CAN

- Обеспечивает посылку и прием информации и взаимодействие с периферийным оборудованием узла связи (датчиками, микроконтроллерами, базой данных и т.д.).
- Включает в себя:
 - контроллер CAN-протокола,
 - память для принимаемых и передаваемых сообщений,
 - формирователь сигналов прерывания для микроконтроллера,
 - маски и фильтры для определенного типа сообщений или приоритетов,
 - АЦП, ЦАП и сигналы ШИМ для связи с датчиками и индикаторами.

Расширитель ввода/вывода CAN

- Представляет собой упрощенный вариант микроконтроллера CAN для взаимодействия только с датчиками и несложными индикаторными устройствами (светодиодами).

Организация передачи данных в сети CAN

Асинхронная передача данных между равноценными узлами (система multi-master).

Доступ к шине по протоколу CSMA/CD – многостанционный доступ с прослушиванием несущей и детектированием конфликта одновременного доступа нескольких пользователей.

Узлы сети не имеют персональных адресов, адресная информация и приоритет сообщения сосредоточены в идентификаторе передаваемого сообщения.

Возможно формирование двух типов сообщений – посылка сообщения (данных) и требование сообщения (запрос на передачу данных).

Формат сообщения стандарта CAN

S O F	Идентификатор	R T R	I D E	D L C	Данные	C R C	A C K	E O F	I F S
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	---------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

- ✚ Формат сообщения стандарта основной версии CAN 2.0 А показан на рисунке.
- ✚ Сообщение начинается со стартового бита, называемого «Начало сообщения» (Start Of Frame - SOF).
- ✚ Поле организации доступа к общей шине (Arbitration field) состоит из идентификатора (11 бит) и бита «Требование на удаленную передачу» (Remote Transmission Request - RTR), который используется для различения сообщения данных и сообщения требования на передачу данных от удаленного терминала.
- ✚ Поле управления содержит признак идентификатора (IDentifier Extension - IDE), используемое для различения между сообщениями (фреймами) протоколов CAN основного и расширенного форматов и код длины данных (Data Length Code - DLC), используемый для указания количества последующих бит в поле данных. Если сообщение используется как требование на удаленные данные, то код DLC содержит количество бит в требуемых данных.
- ✚ Поле данных включает данные (до 8 бит) и поле проверки . Целостность сообщения гарантируется последующей суммой проверки четности (Cyclic Redundant Check - CRC).
- ✚ Поле подтверждения приема (ACKnowledge -ACK field), содержащее ACK слот и ACK разделитель. Бит ACK слота посылается как признак приоритета низкого уровня и перезаписывается как признак высокого приоритета тем приемником, который правильно принял данное сообщение. Правильность (приема) сообщения подтверждается приемниками не зависимо от результатов проверки (содержания сообщения).
- ✚ Конец сообщения определяется битом завершения сообщения (End Of Frame-EOF).
- ✚ Защитное поле (Intermission Frame Space-IFS) есть минимальное число бит, которое разделяет два последовательных сообщения. Если другой терминал не начинает передавать, шина остается свободной.

Обнаружение и исправление ошибок

- ✚ Для обнаружения ошибок в протоколе CAN реализуется три механизма на уровне сообщения:
 - Циклический контроль четности (CRC). В сообщение добавляется последовательность проверки кадра (frame check sequence-FCS). Эта последовательность, известная в приемнике, сравнивается с принятой. Если последовательности не совпадают, то имеет место «ошибка CRC».
 - Проверка сообщения. Этот механизм проверяет структуру переданного сообщения, сравнивая поля с известными форматами и размерами. Ошибки, обнаруженные проверкой, определяются как «ошибки формата».
 - Ошибки АСК: получатели сообщения подтверждают получение данных. Если источник сообщения не получает подтверждения, детектируется «ошибка АСК».

- ✚ Протокол CAN также содержит два механизма обнаружения ошибок на битовом уровне:
 - Наблюдение. Способность передатчика обнаруживать ошибки основана на наблюдении сигналов в проводной сети. Каждый передающий терминал сравнивает принятые и переданные биты. Это позволяет обнаруживать глобальные ошибки в сети и локальные ошибки в передающем терминале.
 - Заполнение битами. Правильность бит проверяется уровнем сигналов. В протоколе CAN информационные биты передаются с помощью полярного цифрового сигнала без возврата к нулю (Non Return to Zero-NRZ). После передачи пяти одинаковых бит подряд вставляется дополнительный бит, противоположной полярности; этот дополнительный бит удаляется в приемнике.

- ✚ Если одна или более ошибок обнаружены по крайней мере одним терминалом, использующем вышеупомянутые механизмы обнаружения ошибок, текущая передача сообщения прекращается и посылается сообщение об ошибке. Это предотвращает прием (ошибочного) сообщения всеми другими терминалами и непротиворечивость данных во всей сети.

- ✚ Однако этот действенный и эффективный метод может, при наличии неисправного терминала, подавить все сообщения, в том числе правильные. Если не предусмотреть меры самоконтроля, система может быть заблокирована. Поэтому CAN-протокол включает механизм различения случайных (спорадических) ошибок от постоянных ошибок и локальных отказов терминала. Этот механизм реализован на основе статистической оценки ситуации с целью распознавания собственных ошибок терминала и поддерживает возможность работы остальной сети CAN в условиях негативного воздействия (неисправного терминала). В частности, возможно самовыключение неисправного терминала.

Формальное описание стандарта CAN

✚ Стандартный CAN.

- Сети CAN, использующие сообщения стандартного формата, соответствуют спецификациям CAN версия 2.0 А.
- Стандартное сообщение включает идентификатор сообщения длиной 11 бит. С помощью этого идентификатора может быть адресовано 2048 различных сообщений.

✚ Расширенный CAN

- Сети CAN, использующие сообщения модифицированного формата, соответствуют спецификациям CAN версия 2.0 В.
- Сообщение расширенного стандарта CAN включает идентификатор сообщения длиной 29 бит. С помощью этого идентификатора может быть адресовано более 536 миллионов различных сообщений.
- Различие в форматах отражается с помощью бита IDE, который передается как доминантный для 11-битового формата и как рецессивный для 29-битового формата. Если оба формата существуют в одной сети, то жестко установлены приоритеты в случае конфликта требований одновременного доступа к шине сообщений различного формата и одинакового идентификатора: 11-битовое сообщение всегда имеет приоритет над 29-битовым сообщением.
- Для расширенного формата время задержки в шине больше (минимум на временной интервал, равный 20 битам), требуется большая полоса частот пропускания шины (около 20%), а эффективность исправления ошибок ниже вследствие того, что полином циклического контроля четности CRC оптимизирован для сообщения (фрейма) длиной 112 бит.

✚ Совместимость версий

- Сети CAN, содержащие контроллеры расширенной версии CAN, могут обрабатывать и сообщения стандартного формата.
- Сети CAN, содержащие контроллеры стандартной версии CAN, не могут обрабатывать сообщения расширенного формата, сообщение игнорируется.
- Контроллеры стандартной версии CAN могут генерировать сигнал ошибки в случае приема сообщения расширенного формата (стандарт CAN версия 2.0 В активная).
- Контроллеры стандартной версии CAN могут не генерировать сигнал ошибки в случае приема сообщения расширенного формата (стандарт CAN версия 2.0 В пассивная).

Микросхемы фирмы Bosch для стандарта CAN

✚ Фирма Бош выпускает трансиверы и специализированные контроллеры для стандарта CAN основной и расширенной версий.

✚ Основные параметры микросхем трансиверов CAN приведены в таблице.

Основные характеристики	CF150C	CF151	CF160*	CF163	CF173/175*
Доступность	Полная	Полная	Полная	Полная	Полная
Соответствие ISO11898	Да	Да	Да	Да	Да
Защита	От короткого замыкания в пределах -5 ...+36В (кроме грузовиков)	От короткого замыкания в пределах -5 ...+36В	От короткого замыкания и перегрева	От короткого замыкания и перегрева	От короткого замыкания
Напряжение питания	5В	5В	5В	3В/5В	3В/5В
Предельная температура окружающей среды	110°С	125°С	125°С	125°С	125°С
Корпус	SOIC8	SOIC8	SOIC8	SOIC8	SOIC8
Совместимость		Полная с CF150C	По выводам 1-4, 6,7 с CF150C	По выводам 1-4, 6,7 с CF150C	Нет
Особенности	<ul style="list-style-type: none"> Высокая или низкая скорость изменения управляющего напряжения 	<ul style="list-style-type: none"> Высокая или низкая скорость изменения управляющего напряжения 	<ul style="list-style-type: none"> Только высокая скорость Не требуется внешней катушки Улучшенная электромагнитная совместимость Функция перестановки 	<ul style="list-style-type: none"> Только высокая скорость Не требуется внешней катушки Улучшенная электромагнитная совместимость 	<ul style="list-style-type: none"> Только высокая скорость 42 В Режим «ожидание» Исключительная электромагнитная совместимость Защита от статических зарядов

✚ Основные параметры микросхем контроллеров CAN приведены в таблице.

<p style="text-align: center;">CC750 (SPI-CAN)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Протокол CAN 2.0 часть А,В • Программируемая битовая скорость • Поддержка 15-и сообщений по 8 байт (14 буферов на передачу, 1 двойной буфер на прием) <ul style="list-style-type: none"> • Программируемая маска • Гибкая система прерываний • Последовательный интерфейс SPI <ul style="list-style-type: none"> • Корпус SOIC16-W 	<p style="text-align: center;">CC770</p> <ul style="list-style-type: none"> • Протокол CAN 2.0 часть А,В • Программируемая битовая скорость • Поддержка 15-и сообщений по 8 байт (14 буферов на передачу, 1 двойной буфер на прием) <ul style="list-style-type: none"> • Программируемая маска • Программируемая тактовая частота <ul style="list-style-type: none"> • Гибкая система прерываний • 8 и 16-битовый параллельный интерфейс, последовательный интерфейс SPI • Два двунаправленных 8-ми битовых порта ввода/вывода <ul style="list-style-type: none"> • Совместимость с AN82527 • Безвыводной пластиковый кристаллодержатель PLCC44
--	---

Микросхемы фирмы Texas Instruments для стандарта CAN

✚ Фирма Texas Instruments выпускает специализированные трансиверы стандарта CAN и DSP-процессоры со встроенным контроллером CAN.

✚ Общие характеристики трансиверов CAN приведены в таблице.

Тип	Напряжение питания, В	Температурный диапазон, °С
SN65HVD230D	3.3	-40...+85
SN65HVD230Q	3.3	-40...+125
SN65HVD231D	3.3	-40...+85
SN65HVD231Q	3.3	-40...+125
SN65HVD232D	3.3	-40...+85
SN65HVD232Q	3.3	-40...+125
SN65HVD251D	3.3	-40...+125

- Корпус SOIC-8

Трансивер SN65HVD251

✚ Соответствует требованиям ISO 11898

✚ Напряжение питания 5В

✚ Имеет защиту от:

- перенапряжения до $\pm 36\text{В}$
- замыкания проводов
- потери заземления
- электростатических разрядов до 12кВ

✚ Обеспечивает:

- Прием и передачу данных со скоростью до 1 Мбит/с без ограничения по крутизне фронтов
- Высокий входной импеданс, допускающий параллельное соединение до 120 устройств
- В отключенном состоянии не влияет на состояние шины

Трансивер SN65HVD230/1/2

✚ Соответствует требованиям ISO 11898

✚ Напряжение питания 3,3В

✚ Имеет защиту от :

- электростатических разрядов до 12кВ
- теплового перегрева
- помех по шине питания

DSP процессоры со встроенными функциями CAN

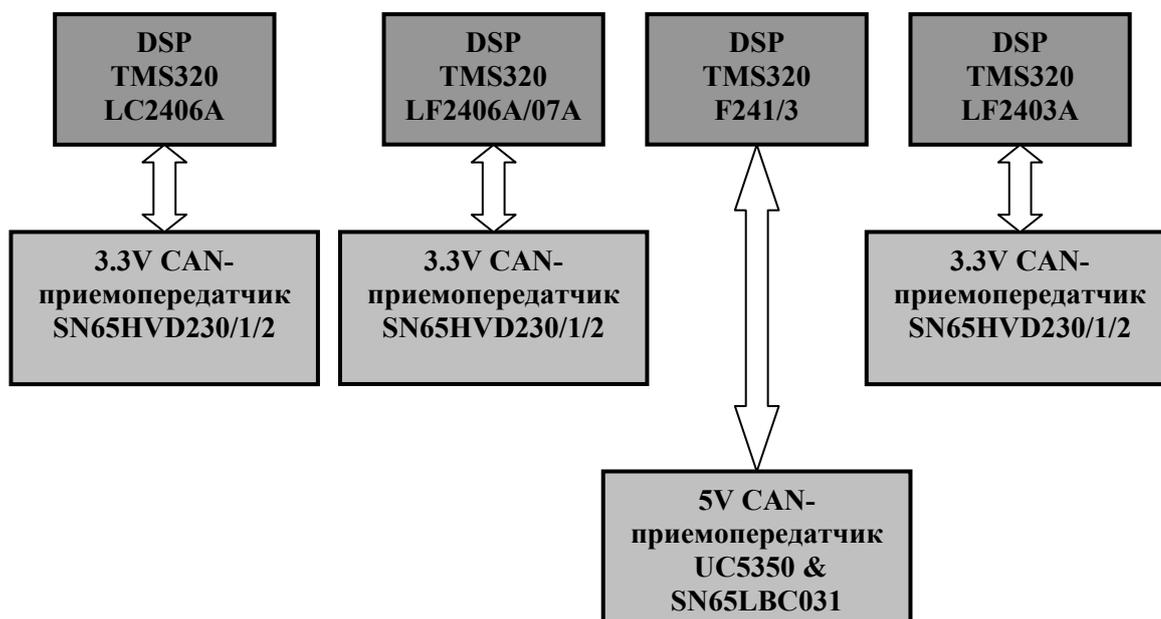
✚ Основные характеристики DSP-процессоров со встроенным CAN-контроллером приведены в таблице.

Тип	RAM	FLASH	ROM	Напр. питания	Корпус	MIPS
TMS320LF2407A	2.5k	32k	256	3.3В	144LQFP	40
TMS320LF2406A	2.5k	32k	256	3.3В	100LQFP	40
TMS320LF2403A	1k	16k	256	3.3В	64TQFP	40
TMS320LC2406A	2.5k	32k	32k	3.3В	100LQFP	40
TMS320F243	544	8k	-	5В	144LQFP	20
TMS320F2810	18k	64k	4k+2k	1.8/3.3В	128LQFP	150
TMS320F2812	18k	128k	4k+2k	1.8/3.3В	179LQFP 179ц*BGA	150

✚ Совместимость с контроллерами других фирм

Изготовитель	Номер	Характеристика
Hitachi	H8S/262x	16 бит, CAN-интерфейс
Microchip	PIC18xxxx	8 бит, CAN-интерфейс
Infineon	C167CS	16 бит, CAN-интерфейс

☚ Совместимость приемопередатчиков и контроллеров TI



Микросхемы фирмы ST Microelectronic для стандарта CAN

☚ Фирма ST Microelectronics предлагает микроконтроллеры стандарта CAN всех версий.

☚ Микроконтроллер ST72F521

- Поддерживает стандарт CAN версия 2.0 В (пассивная)
- Скорость передачи информации – до 1 Мит/с
- Память на три сообщения
- Два приемных фильтра
- Режим малого потребления («спящий»)
- Прерывания: передатчик, приемник, ошибка передатчика, ошибка приемника, переполнение.

☚ Микроконтроллер ST72F561

- Поддержка основного стандарта CAN версия 2.0 В (активная)
- Скорость передачи информации – до 1 Мбит/с
- Два почтовых ящика для передаваемых сообщений
- Один почтовый ящик приемника (на три сообщения)
- Шесть фильтров входных сообщений: изменяемых или таблица
- Режим ожидания (спящий)
- Четыре прерывания: приемник, передатчик, ошибка, ошибка активации (пробуждения)

✚ Микроконтроллер **ST92F150**

- Поддержка основного стандарта CAN версия 2.0 В (активная)
- Три почтовых ящика для передаваемых сообщений
- Два почтовых ящика приемника каждый на три сообщения
- Восемь фильтров входных сообщений: изменяемых или таблица
- Режим ожидания (спящий)
- Четыре прерывания: приемник, передатчик, ошибка, ошибка активации (пробуждения)

✚ Особенности микроконтроллеров ST Microelectronics

- Фильтр приема позволяет эффективно выделять индивидуальные сообщения и групповые (маска идентификатора для групповых сообщений, лист идентификаторов - для индивидуальных)
- Каждый источник прерываний имеет собственный бит разрешения/запрещения.
- Специальное прерывание при пустом стеке сообщений, при приеме очередного сообщения или переполнении буфера
- Прерывание при детектировании ошибки приема или передачи, предупреждение о возможной ошибке приема или передачи.

Микросхемы фирмы NEC для стандарта CAN

✚ Фирма NEC предлагает семь типов микроконтроллеров стандарта CAN всех версий:

- Mini CAN
- MiniCAN +
- CAN ASSP1
- CAN ASSP2
- CAN ASSP3
- E60

✚ Сравнительная характеристика микроконтроллеров NEC приведена в таблице.

Тип	ROM	FLASH	RAM	АЦП	Корпус
Mini CAN (uPD789850)	16k	16k	0.7 k	4x8 бит	30 SSOP
Mini CAN+ (uPD78985x)	24/32k	32k	1.3k	8x10 бит	44 QFP
CAN ASSP1	60k	60k	2k	8x8 бит	100 QFP

(μPD780948)					
CAN ASSP2 (μPD78081x)	32/48k	60k	1.5k/3k	12x8 бит	64 QFP
CAN ASSP3 (μPD78082xB)	32-60k	60k	1.5k/3k	5x8 бит	80 QFP
E60 (μPD780703Y)	60k	60k	3k	16x8 бит	80 QFP

✚ Микроконтроллер MiniCAN **μPD789850**

- Поддерживает стандарт CAN версия 2.0 В
- 16 буферов для сообщений (14 для приема, 2 для передачи)
- Максимальная скорость 500 кбит/с
- 14 портов ввода/вывода, 4 входных порта
- Два типа прерываний
- Напряжение питания 4 ... 5.5В
- Диапазон рабочих температур -40°C...+85°C

✚ Микроконтроллер MiniCAN+ – **μPD78985x**

- Поддерживает стандарт CAN версия 2.0 В
- 16 буферов для сообщений (14 для приема, 2 для передачи)
- Максимальная скорость 500 кбит/с
- 23 портов ввода/вывода, 8 входных порта
- Четыре типа прерываний
- Напряжение питания 4 ... 5.5В
- Диапазон рабочих температур -40°C ... +85°C

✚ Микроконтроллер CAN ASSP1 – **μPD780948**

- Поддерживает стандарт CAN версия 2.0 В
- 18 буферов для сообщений (16 для приема, 2 для передачи)
- Максимальная скорость 500 кбит/с
- Звуковой генератор
- 79 портов ввода/вывода
- пять типов прерываний
- Интерфейс внешней шины: 16-и битовый адрес, 8-и битовые данные, мультиплексирование

- Напряжение питания 4 ... 5.5В
- Диапазон рабочих температур -40°C ... +85°C

✚ Микроконтроллер **CAN ASSP2 – μPD78081x**

- Поддерживает стандарт CAN версия 2.0 В
- 18 буферов для сообщений (16 для приема, 2 для передачи)
- Максимальная скорость 1 Мбит/с
- 46 портов ввода/вывода
- четыре типа прерываний
- Напряжение питания 4 ... 5.5 В
- Диапазон рабочих температур -40 0С ... +85 0С

✚ Микроконтроллер **CAN ASSP3 – μPD78082xB**

- Поддерживает стандарт CAN версия 2.0 В
- 18 буферов для сообщений (16 для приема, 2 для передачи)
- Максимальная скорость 1 Мбит/с
- 59 портов ввода/вывода
- Звуковой генератор
- три типа прерываний
- Напряжение питания 4 ... 5.5В
- Диапазон рабочих температур -40°C ... +85°C
- Драйвер шаговых двигателей: 4 канала, управляет до 4 моторов с двумя катушками каждый (или используется как выход 8-и битового ШИМ), нагрузочная способность до 25мА)
- Контроллер/драйвер ЖК экрана: 28x4 сегментов

✚ Микроконтроллер **E60 – μPD780703Y**

- Поддерживает стандарт CAN версия 2.0 В
- 18 буферов для сообщений (16 для приема, 2 для передачи)
- Максимальная скорость 1500 кбит/с
- 67 портов ввода/вывода
- восемь типов прерываний
- Напряжение питания 4 ... 5.5В
- Диапазон рабочих температур -40°C ... +85°C

Микросхемы фирмы MicroChip для стандарта CAN

✚ Фирма MicroChip предлагает следующие изделия стандарта CAN:

- MCP2510 - функционально законченной CAN-контроллер
- PIC18xxxx CAN – микроконтроллеры с функцией CAN
- MCP2502X/5X расширитель входов/выходов для сетей CAN
- MCP2551 высокоскоростной приемопередатчик

✚ MCP2510 - функционально законченной CAN-контроллер

Самый маленький, удобный в использовании, оптимальный по цене/качеству функционально законченный CAN-контроллер, полностью совместимый со стандартом CAN 2.0 В (активный). Устройство включает в себя:

- Буферы
- Маски и фильтры
- Многоцелевые порты ввода/вывода

✚ PIC18Fxx8 - микроконтроллер с функцией CAN

- Основные характеристики
 - Рабочая частот 0 ... 40МГц (10MIPs)
 - 16-ти битовая шина команд
 - 8-ми битовая шина данных
- Память
 - Flash – 32 кбайт
 - RAM – 1.5 кбайт
- Периферия
 - Шина CAN версия 2.0 В (активный)
 - 10 бит АЦП
- Корпус
 - 28L SDIP/SOIC/40L PDIP/44L PLCC TQFP

✚ PIC18C - микроконтроллер с функцией CAN

- Основные характеристики
 - Поддерживает базовую и полную версии CAN
 - Программируемая скорость передачи данных до 1 Мбит/с
 - Три передающих, два приемных буфера для сообщений
 - Шесть назначаемых фильтров, две назначаемые маски
 - Функция ожидания

Программируемый режим time-stamp (отметка времени)

Три рабочих состояния: инициализация, проверка состояния, доступ к буферам сообщений

- Интерфейс

Восемь типов прерываний – все с программируемым приоритетом

Совместим с микроконтроллерами PIC18F258/458 и будущим PIC18F6680/8680

- ✚ MCP250xx - Расширитель ввода/вывода для сетей CAN

- Расширитель ввода/вывода представляет собой элементарный, максимально дешевый и простой микропроцессор для реализации узла CAN. Как и любой микроконтроллер, расширитель подключается к шине CAN через трансивер и включает в себя, главным образом, разнообразные порты ввода/вывода для подключения датчиков или элементарный индикаторных устройств.

- Общие характеристики

Поддерживает стандарт CAN версия 2.0 В со скоростью передачи данных 1 Мбит/с

Одна программируемая маска

Два программируемых фильтра

Два буфера для принимаемых сообщений

Три буфера для передаваемых сообщений

Цифровые входы/выходы, аналоговые входы с АЦП, ШИМ

Автоматическая по требованию пользователя генерация сообщений CAN на изменение (функций) каждого входа (аналогового или цифрового)

Конфигурация по умолчанию с помощью энергонезависимой памяти

Конфигурация по требованию пользователя с помощью сообщений по шине CAN

Конфигурируемая пользователем долговременная память (изменение периферии и доступа, добавление памяти)

14-и выводной корпус (PDIP, SOIC)

- Состав серии

MCP25020 – до восьми цифровых входов/выходов, один выход ШИМ

MCP25025 – тоже, что и MCP25020 плюс драйвер проводной линии

MCP25050 – до восьми цифровых входов/выходов, два выхода ШИМ, до четырех 10-и битовых АЦП

MCP25055 - тоже, что и MCP25050 плюс драйвер проводной линии