

Модемы для HART приложений

Сергей Орлов, к.т.н., технический специалист фирмы Макро Тим, Sergey_Orloff@macroteam.ru

В статье описываются низкоскоростные модемы для встраиваемых приложений.

В настоящее время трудно себе представить крупное предприятие без автоматизированной системы учета, сбора и передачи информации о потребляемых ресурсах. Обобщенно такие системы называют УСПД (устройство сбора и передачи данных). Применительно к учету электроэнергии можно встретить сокращение АСКУЭ (автоматизированная система контроля и учета электроэнергии). Первичные источники информации – датчики или электросчетчики, как правило, оснащаются аналоговым или цифровым интерфейсом для передачи данных на промежуточный или центральный сервер сбора информации. Такие устройства могут иметь интерфейсы RS232, RS485, модем для выделенной или коммутируемой линии. В свою очередь промежуточный сервер может быть связан с сетью самыми различными средствами: по Ethernet, по выделенной линии, по радио интерфейсу, с помощью GSM или спутникового модема.

Наиболее простая технология передачи данных по коммутируемой или выделенной линии. Сотни предприятий выпускают оборудование для HART приложений. Список компаний производящих оборудование для контроля и учета ресурсов можно найти на сайте <http://www.hartcomm.org//develop/devmain.html>. Из отечественных производителей это ЭНЕРГОМЕРА, завод имени Фрунзе, Эльстер Метроника.

Для передачи данных можно использовать различные протоколы, но наиболее распространенной в мире оказалась HART технология, включающая интеллектуальные устройства и набор протоколов. Более двух третей всех интеллектуальных устройств сбора информации от датчиков базируются на HART протоколах. Эта технология обеспечивает двунаправленную цифровую передачу данных на относительно большие расстояния (единицы километров) с умеренным током в линии (4-20мА). Программные приложения обеспечивают процедуру запроса, идентификацию удаленного устройства, установку и диагностику параметров, циклическое считывание данных.

HART протоколы базируются на семиуровневой OSI коммуникационной модели. На рис. 1 приведены уровни и их назначения: 1 – физический, обеспечивает механическое/электрическое соединение и передачу битовых потоков со встроенной сигнализацией, 2 – уровень данных, устанавливает структуру пакетов данных, коррекцию ошибок,

master/slave протокол, 3 – сетевой, распознавание сетевых адресов, передача пакетов, 4 – транспортный, прозрачная передача сообщений, 5 – уровень сессий, управление соединениями для приложений, 6 – представительский, преобразует данные приложений в сети и согласует локальные форматы, 7 - уровень приложений, пользовательский интерфейс.

	OSI Layer	Function	HART
7	Application	Provides the User with Network Capable Applications	Provides the User with Network Capable Applications
6	Presentation	Converts Application Data Between Network and Local Machine Formats	
5	Session	Connection Management Services for Applications	
4	Transport	Provides Network Independent, Transparent Message Transfer	
3	Network	End to End Routing of Packets. Resolving Network Addresses	
2	Data Link	Establishes Data Packet Structure. Framing, Error Detection, Bus Arbitration	A Binary, Byte Oriented, Token Passing, Master / Slave Protocol.
1	Physical	Mechanical / Electrical Connection. Transmits Raw Bit Stream	Simultaneous Analog & Digital Signaling. Normal 4-20mA Copper Wiring

Рис.1 HART-протоколы

Собственно HART протоколы обеспечивают три уровня сети: физический, уровень данных и уровень приложений. Физический уровень определяет механическое/электрическое соединение и обмен битовыми потоками одного устройства с другим. Протоколы этого уровня учитывают физические свойства среды передачи: витая пара, оптическое волокно, радио-частотный кабель и т.д. В то время как физический уровень обеспечивает передачу битовых потоков, уровень данных отвечает за передачу данных в канале. Эти протоколы преобразуют битовые потоки в пакеты данных, выполняют процедуру выявления ошибок, обеспечивает доступ к коммуникационному каналу для *master* и *slave* устройств. Уровень приложений определяет команды запросов и ответов, типы данных, отчет о статусе. Команды состоят из базовых (универсальных) команд, поддерживаемых HART приложениями и дополнительных команд, применимых к конкретным устройствам, которые поддерживаются драйверами устройств от производителя.

Немаловажную роль в HART приложениях играют встраиваемые модемы. Качество модемов определяет параметры каналов передачи данных: уровень BER (bits error ratio), тип линии связи, допустимое затухание в линии при требуемой длине линии, скорость передачи данных. Как правило, потоки данных с датчиков небольшие и скорость модемов может быть невысокой

2400 байт/с. Более важны требования ко времени установления соединения. Обычно это время не должно превышать 0,5 с.

Из наиболее известных компаний можно упомянуть: Smar International (модем HT2012, HT3012), TDK (модемы семейства 73K), METRAN (METRAN-681). На физическом уровне в HART устройствах, как правило, используют модуляцию BELL 202 со стандартной частотной модуляцией и скоростью передачи 1200 bps. Наиболее близкий европейский стандарт V23 отличается от американского BELL частотами передачи нулей и единиц: BELL 202 “1” – 1200 Гц “0” – 2200 Гц, V.23 “1” – 1300 Гц “0” – 2100 Гц.

Мне бы хотелось обратить внимание на модемы компании CML Microcircuits, которые по некоторым параметрам превосходят упомянутые.

В [1, 2, 3] опубликовано описание некоторых микросхем фирмы CML. Здесь постараемся поподробнее остановиться на особенностях модемов CML в сравнении с другими.

Для работы с модуляцией FSK V.23 и BELL 202 CML предлагает микросхему CMX 624. Ниже приведены ее основные характеристики.

Симметричный и несимметричный режимы работы:

- 1200/75 байт/с передача/прием
- 75/1200 байт/с прием / передача
- 1200/1200 полудуплексная приемо-передача

Встроенный на кристалле UART.

Простой в применении последовательный интерфейс.

Детектирование тонов Вызова/Ответа.

Детектирование абонентской сигнализации.

Встроенный DTMF кодек.

Детектор звонка и изменения полярности в линии.

Работа в экономичном режиме и ждущем режиме.

Аналоговая гибридная часть для включения в линию.

Наличие отладочной платы.

Электрические характеристики

Диапазон температур –40 + 85 град. С.

Типовое потребление тока при питании 3,3 В 1,9 мА.

В энергосберегающем режиме 1 мкА.

Уровень сигнала на выходе модулятора/UART – 3 дБм

Допустимый уровень сигнала на входе демодулятора и на входе UART - 43 - 9 дБм.

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики с аналогичными микросхемами других компаний.

Таблица 1

Производитель	TDK 73K324BL	Smar HT2012	CML CMX624
Характеристика			
DTMF кодек	Есть		Есть
Программируемая задержка на приеме (компенсация задержки)	Нет		Есть
Детектор тонов запроса/ответа	Есть	Есть	Есть
Генератор тонов запроса/ответа	Есть		Есть
Детектор изменения полярности в линии	Нет		Есть
Детектор вызова (звонка)	-		Есть
Гибридный драйвер линии	Есть		Есть
Высокоскоростной интерфейс с микроконтроллером	Есть		Есть
Высокоскоростной UART	Нет, но может стыковаться напрямую с 80С51 совместимым МК		Есть
Рабочее напряжение, В	5	3	2,7
Потребляемый ток,	20	40	1,9

мА			
Потребляемый ток в энергосберегающем режиме, мА	3		0,001
Режим ожидания	Нет		Есть
Корпус	32-выводной PLCC	32- выводной DIP или 28- выводной PLCC	24 выводной soic,ssop,dil
Виды модуляции	V.22bis/V.22/V.21/V.23 and Bell 212A	BELL 202	BELL 202, V.23

Для работы с модуляцией FSK V.22 и BELL 212A CML предлагает микросхему CMX 644.

Основные характеристики.

Встроенный DTMF кодек.

Детектирование абонентской сигнализации и тона ответа

Детектор звонка и изменения полярности в линии.

В таблице 2 приведены сравнительные характеристики CMX 644, Zilog Z02201, TDK 73K222BL.

Таблица 2

Производитель	Zilog Z02201	TDK 73K222BL	CML CMX644
Характеристика			
DTMF кодек	Есть	Есть	Есть
Программируемая задержка на приеме (компенсация задержки)	Есть	Нет	Есть
Детектор тонов запроса/ответа	Есть	Есть	Есть
Генератор тонов запроса/ответа	Есть	Есть	Есть
Детектор переплюсовки линии	Нет	Нет	Есть
Детектор вызова	Есть	Нет	Есть

(звонка)			
Гибридный драйвер линии	Нет	Нет	Есть
Высокоскоростной UART	Нет	Есть	Есть
Рабочее напряжение, В	5	5	2,7
Потребляемый ток, мА	50	8	3,5
Режим ожидания	Нет	Нет	Есть
Корпус	44-выводной PLCC	44-выводной PLCC	24 выводной soic,ssop,dil
Виды модуляции	V.22bis/V.22/V.21/V.23 and Bell 212A		BELL 212A, V.22

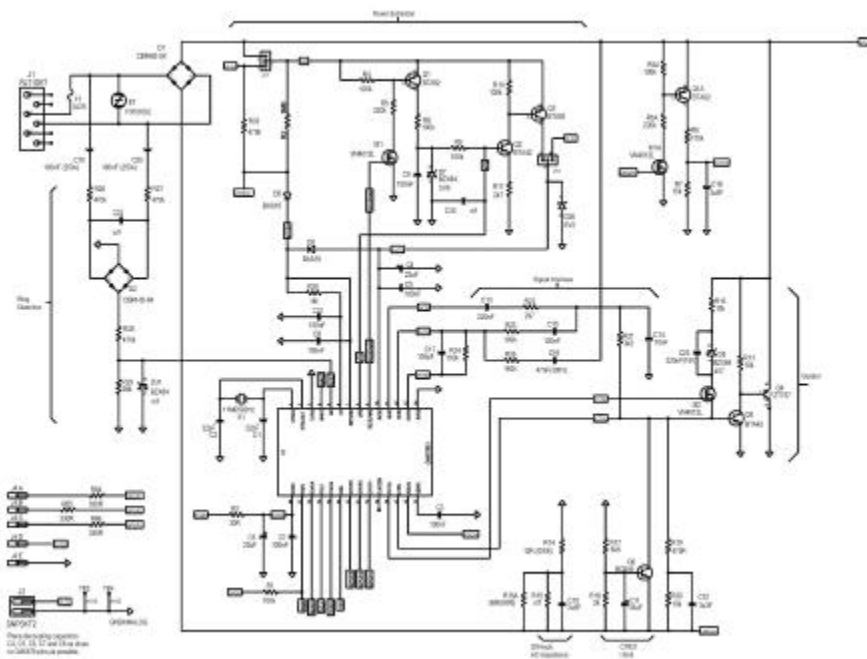
Весной этого года компания CML анонсировала микросхему CMX878, в которой удачно совмещены функции модема V22bis, генерации и детектирования DTMF тонов, детектора входящего вызова (звонка), детектора изменения полярности линии, управления гираторной схемой, определения подключения параллельного телефона. Низкое потребление тока 3 мА позволяет использовать питание непосредственно от телефонной линии. Микросхема оптимизирована для бестрансформаторного включения в линию.

Основные применения:

- передача данных по телефонной линии,
- тарификация в таксофонах,
- удаленная телеметрия,
- электронные точки продаж,
- передача SMS,
- центры обработки запросов,
- e-mail терминалы,
- охранные сигнализации,
- управление исполнительными устройствами.

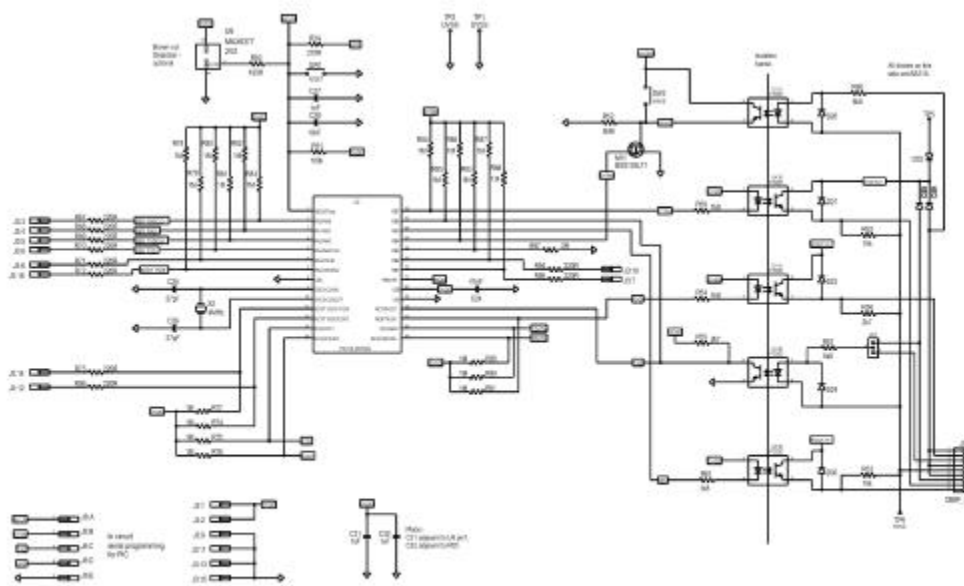
Микросхема имеет следующие особенности: управление гиратором, контроль отражений от линии и подбор комплексного импеданса для согласования с линией, измерение напряжения в линии. Микроконтроллер может находиться в энергосберегающем режиме до получения сигнала о входящем вызове (либо звонок либо изменение полярности линии). Управление микросхемой осуществляется по последовательной шине, совместимой с SPI, Microwire.

Для этого модема предлагается отладочная плата. Она содержит запрограммированный PIC контроллер, DAA (Data Access Arrangement – интерфейсная схема для подключения к телефонной линии). Плата демонстрирует передачу данных, поддержку AT команд, детектирование сигналов: линия занята, подключение параллельного телефона, определение ID вызывающего абонента. На рис.2 приведена типовая схема подключения модема к телефонной линии, а на рис. 3 решение для микроконтроллера. Как видно из рисунков основная защита от аварий в телефонной сети предусмотрена на стороне DTE (Data Terminal Equipment). Оптроны обеспечивают гальваническую развязку последовательного порта от DCE (Data Communication Equipment). Сам модем защищен от перегрузок и разрядов в линии только диодом Зиннера.



DE8782

Рис. 2 Типовая схема подключения модема к телефонной линии



DE8782, sheet 2

Рис. 3 Схема управления на основе микроконтроллера

В режиме передачи микросхема по C-bus может быть установлена в

один из следующих режимов:

V.22bis 2400 бит/с вид модуляции QAM (Quadrature Amplitude Modulation).

V.22 и Bell 212A 1200 или 600 бит/с DPSK (Differential Phase Shift Keying).

V.21 300 бит/с FSK (Frequency Shift Keying).

Bell 103 300 бит/с FSK.
 V.23 1200 или 75 бит/с FSK.
 Bell 202 1200 или 150 бит/с FSK.
 Передача DTMF.
 Передача пилотных тонов (из набора предусмотренных тонов для вызова, ответа и др.)
 Передача тонов заданных пользователем (уровни и частоты программируются).

В режиме приема может быть установлен один из следующих режимов:

V.22bis 2400 бит/с QAM.
 V.22 и Bell 212A 1200 или 600 бит/с DPSK.
 V.21 300 бит/с FSK.
 Bell 103 300 бит/с FSK.
 V.23 1200 или 75 бит/с FSK.
 Bell 202 1200 или 150 бит/с FSK.
 Детектирование DTMF.
 Детектирование частот ответа удаленного модема 2100Гц и 2225Гц.
 Детектирование абонентской сигнализации.
 Детектирование тонов заданных пользователем (уровни и частоты программируются).

CMX878 может быть также установлена в энергосберегающий режим исключая C-BUS
 Интерфейс и детектор вызова

В таблице 3 приведено сравнение с другими аналогами

Таблица 3

Производитель	Zilog Z02201	Silicon Labs Si2400	TDK 73M2901	CML CMX878
Характеристика				
DTMF кодек/декодек	Есть	Есть	Есть	Есть
Программируемая задержка на входе	Есть	Есть	Есть	Нет
Детектор вызова/ответа	Есть	Есть	Есть	Есть
Генератор вызова/ответа	Есть	Есть	Есть	Есть
Детектор изменения полярности в линии	Нет	Нет	Нет	Есть
Детектор звонка	Есть	Нет	Есть	Есть
Драйвер линии	Нет	Нет	Есть	Есть
Высокоскоростной интерфейс с процессором	Нет	Есть	Есть	Есть
Рабочее напряжение, В	5	3,3	3	2,7
Потребляемый ток, мА	50	20	40	3,5
Энергосберегающий режим	Нет	Есть	Есть	Есть

Корпус		16- ВЫВОДНОЙ SOIC	44- ВЫВОДНОЙ TQFP	28- ВЫВОДНОЙ soic, 28- ВЫВОДНОЙ ssop, 28- ВЫВОДНОЙ tssop
--------	--	-------------------------	-------------------------	---

В таблице 4 приведено сравнение с другими аналогами еще одной микросхемы: CMX868

Таблица 4

Производитель	Zilog Z02201	Silicon Labs Si2400	TDK 73M2901	CML CMX868
Характеристика				
DTMF кодек/декодек	Есть	Есть	Есть	Есть
Программируемая задержка на входе	Есть	Есть	Есть	Есть
Детектор вызова/ответа	Есть	Есть	Есть	Есть
Генератор вызова/ответа	Есть	Есть	Есть	Есть
Детектор изменения полярности в линии	Нет	Нет	Нет	Есть
Детектор звонка	Есть	Нет	Есть	Есть
Драйвер линии	Нет	Нет	Есть	Есть
Высокоскоростной интерфейс с процессором	Нет	Есть	Есть	Есть
Рабочее напряжение, В	5	3,3	3	2,7
Потребляемый ток, мА	50	20	40	3
Энергосберегающий режим	Нет	Есть	Есть	Есть
Корпус		16- ВЫВОДНОЙ SOIC	44- ВЫВОДНОЙ TQFP	24- ВЫВОДНОЙ soic, 24- ВЫВОДНОЙ tssop, 24- ВЫВОДНОЙ dil

Описание C-bus приведено на сайте компании www.cmlmicro.com.
Микросхема идеальна для HART приложений
<http://www.hartcomm.org/develop/devmain.html>.

111141, Россия, Москва, Зеленый пр., 2/19
Тел:(095) 306-4721, 0026, 4789
Факс: 306-0283
EMail: Sergey.Orloff@macroteam.ru
<http://www.macroteam.ru>

Литература

1 – V.22 bis модем с бестрансформаторным включением в линию.
Компоненты и технологии, N 8 2003 г. с.122

2 – Семейство микросхем CMX88x компании CML для систем
транковой радиосвязи. Электронные компоненты, N 5 2003 г. с.47

3 – Процессор CMX838 компании CML для аналогового радио. Chip
News, N 9 2003г. с.8