

Андрей Самоделов (г. Москва)

# СЮИТЫ ДЛЯ СЧЕТЧИКА И СЕТИ: PLC-РЕШЕНИЯ ОТ ON SEMI И STMICRO

*В статье подробно рассматривается PLC-модем AMIS-49587 компании ON Semiconductor, который может использоваться для интеллектуальных счетчиков электроэнергии, систем управления потреблением электроэнергии, систем управления уличным освещением, интеллектуальных сетевых устройств и систем автоматизации зданий и сооружений. Также приведен обзор аналогичных решений от компании STMicroelectronics.*

В связи с массовым применением счетчиков и расходомеров, особенно в системах ЖКХ, в последнее время особенно остро стоит задача сбора информации с них и централизованного расчета стоимости услуг. Для счетчиков расхода воды, газа или тепла наиболее разумным является создание автономных устройств на базе микроконтроллеров (МК) со сверхнизким энергопотреблением (например, серий MSP430 от TI или STM8L от ST) и питанием от мощных литиевых батарей, и их объединение в беспроводные сети, например, на основе протокола ZigBee. Для счетчиков электроэнергии на сегодняшний день существует изящное решение в виде использования осветительной сети как для питания самих счетчиков, так и для PLC-передачи данных (Power-Line-Carrier, PLC). Для управления обменом данными ряд производителей выпускает специальные устройства — PLC-модемы.

### Пример построения PLC-сети

Рассмотрим пример построения домово-вой сети счетчиков электроэнергии на базе PLC-модемов AMIS-49587 компании ON Semiconductor и микроконтроллеров компании Freescale (рис. 1).

Счетчик электроэнергии построен на базе специализированного микроконтроллера K51P100M100SF2 с ядром Cortex-M4 семейства Kinetis компании Freescale для применения в датчиках. МК имеет встроенный драйвер символьного ЖКИ, экономичный интерфейс сенсорного экрана (TSI). Периферия включает: два 16-разрядных АЦП с программируемым (до 64) усилителем на входе; два ОУ; два трансимпедансных усилителя; три аналоговых компаратора; ИОН; контроллер SDHC.

Шлюз к сети Ethernet реализован на МК MC13233C с ядром Cortex-M4 семейства Kinetis компании Freescale с интерфейсами, позволяющими подключить его к любому драйверу РНУ-уровня. Микроконтроллер содержит аппаратные блоки вычисления CRC, генератор случайных чисел, криптографический модуль с алгоритмами DES, 3DES, AES, MD5, SHA-1, SHA-256 и имеет 128-разрядный уникальный идентификатор (ID). Все это повышает защищенность канала обмена данными.

Шлюз к беспроводной сети реализован на МК MC13233C компании

Freescale, представляющем собой дешевую платформу для организации беспроводных сетей в стандарте IEEE 802.15.4. MC13233C имеет SoC-архитектуру и построен на базе классического для Freescale ядра HCS08 и приемопередатчика на диапазон 2,4 ГГц; поддерживает протокол ZigBee.

Все блоки соединены в PLC-сеть с помощью модемов AMIS-49587.

### PLC-модем AMIS-49587 компании ON Semiconductor

Микросхема AMIS-49587 компании ON Semiconductor представляет собой полнофункциональный полудуплексный PLC-модем на базе процессора с ядром ARM7TDMI для передачи данных по силовым сетям с частотой 50 и 60 Гц с низким и средним напряжением, и использует расширенную частотную модуляцию несущей (S-FSK) для надежного обмена данными. Микросхема поддерживает все уровни протокола от физического до MAC и удовлетворяет спец-

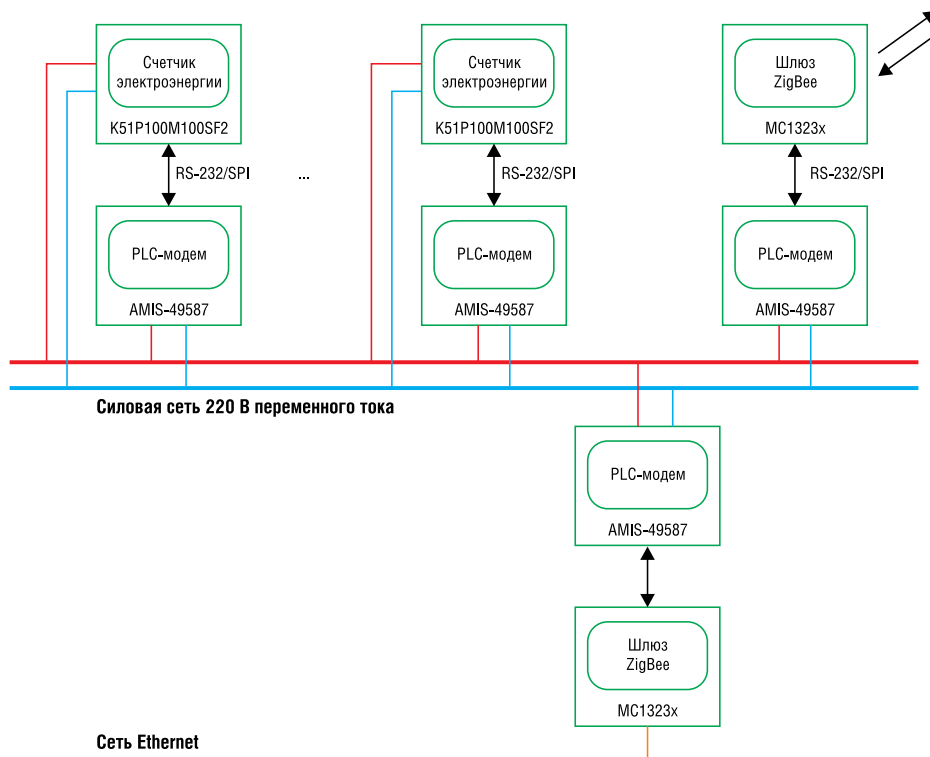


Рис. 1. Блок-схема PLC-сети на базе МК Freescale и модемов AMIS-49587

Таблица 1. Основные параметры AMIS-49587

Параметр	Значение
Частота сети, Гц	50/60
Поддержка стандартов	IEC 61334-5-1 и CENELEC EN 50065-1
Поддержка уровней протокола	от PHY до MAC
Частоты передачи	9...95 кГц; шаг 10 Гц
Вид обмена	полудуплекс
Скорость обмена	300 – 600 – 1200 – 2400 Бод (50 Гц) 360 – 720 – 1440 – 2880 Бод (60 Гц)
Синхронизация с силовой сетью	есть
Контроль передачи	алгоритм повторных посылок
Интерфейс к прикладному процессору, кБод	SCI скорость обмена 4,8 – 9,6 – 19,2 – 34,4
Напряжение питания, В	3,3
Температурный диапазон, °С	-40...80

ификациям IEC 61334-5-1 и CENELEC EN 50065-1. Использование модуляции S-FSK позволяет передавать сигнал на большие расстояния. Для повышения надежности обмена данными используется алгоритм дублирования информации. Основные параметры AMIS-49587 представлены в таблице 1.

Модем AMIS-49587 выполнен по технологии смешанной обработки сигналов компании ON Semiconductor и объединяет в одной ИС как аналоговые, так и цифровые блоки. Напряжение питания составляет 3,3 В. Температурный диапазон -40...80°С.

Основными областями применения микросхемы являются: чтение информации с удаленных датчиков; охранная сигнализация; управление уличным освещением; тревожная сигнализация (пожар, утечка газа или воды). Типовая схема датчика на базе модема AMIS-49587 показана на рис. 2.

Модем работает в полудуплексном режиме с S-FSK-модуляцией и с синхронизацией относительно силовой сети.

Скорость обмена данными выбирается из ряда 300-600-1200-2400 Бод (для 50 Гц сетей) или 360-720-1440-2880 Бод (для 60 Гц сетей). В обоих случаях, это соответствует передаче 3, 6, 12 или 24 бит данных за один полупериод частоты силовой сети.

S-FSK – это техника модуляции и демодуляции, которая объединяет ряд преимуществ классических широкополосных систем (например, защищенность от источников узкополосных помех) с преимуществами классических FSK-систем (простота). Передатчик использует частоту  $f_s$  для кодирования «0» и частоту  $f_M$  для кодирования «1». Различие между S-FSK и классической FSK заключается в том, что  $f_s$  и  $f_M$  больше разнесены по частоте, что делает качество их передачи независимым друг от друга (при этом как величина интерференции, так и ослабление сигнала оказываются независимыми от частот). Пары частот, поддерживаемые AMIS-49587, находятся в диапазоне 9...95 кГц с шагом 10 Гц.

Фильтрация и преобразование сигнала осуществляются аналоговым модулем схемы, а дальнейшая его обработка и расшифровка протокола – цифровым способом. Обмен данными с приложением выполняется по последовательно-му интерфейсу. Цифровая обработка сигнала распределяется между аппаратными блоками и микропроцессором, управляемым firmware. Если время обработки сигнала критично, то функции обработки должны быть возложены на соответствующее аппаратное обеспечение. В остальных случаях можно использовать встроенный микропроцессор с ядром ARM-7TDMI.

Процессор выполняет алгоритмы цифровой обработки сигнала (DSP) и одновременно поддерживает протокол обмена данными, который в рассматриваемом приложении содержит уровень управления доступом к среде (MAC). Программа, выполняемая микропроцессором, хранится в ПЗУ (ROM). Рабочие данные, необходимые для обработки, размещаются во внутреннем ОЗУ (RAM).

Связь с прикладным микроконтроллером осуществляется через последовательный интерфейс SCI, который работает по двум линиям: TXD и RXD. Скорость обмена выбирается из ряда 4,8-9,6-19,2-34,4 кБод с помощью установки двух битов (BR0, BR1).

Поскольку нижние уровни протокола поддерживаются аппаратно, AMIS-49587 обладает инновационным архитектурным разделением функций. Благодаря этому разработчик получает преимущества использования высокоуровневого интерфейса в PLC-среде. По сравнению с интерфейсами физического уровня AMIS-49587 обеспечивает более быструю разработку приложений. Пользователю остается всего лишь переслать сырые данные в AMIS-49587 и не беспокоиться о деталях протокола обмена данными, реализация которого обычно составляет до 50% стоимости разработки приложения.

**Основные режимы работы**

Микросхемы AMIS-49587 разрабатывались для подключения оборудования по DLC-протоколу и могут работать в двух основных и двух вспомогательных режимах:

- Основные режимы:
  - Ведущий (Master) или Клиент (Client). Ведущий (Master) является клиентом для обмена данными с одним или несколькими ведомыми на силовой линии. Он собирает данные с ведомых устройств и управляет ими. Типовым применением является концентратор данных.
  - Ведомый (Slave) или Сервер (Server). Ведомый (Slave) является сервером данных для Ведущего. Типовым

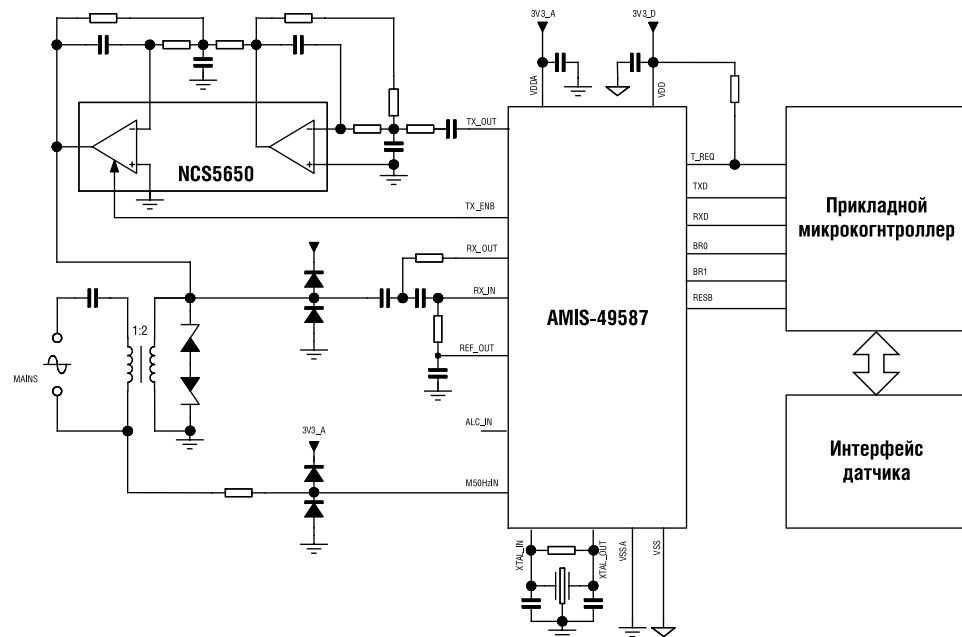


Рис. 2. Типовая схема датчика на базе модема AMIS-49587

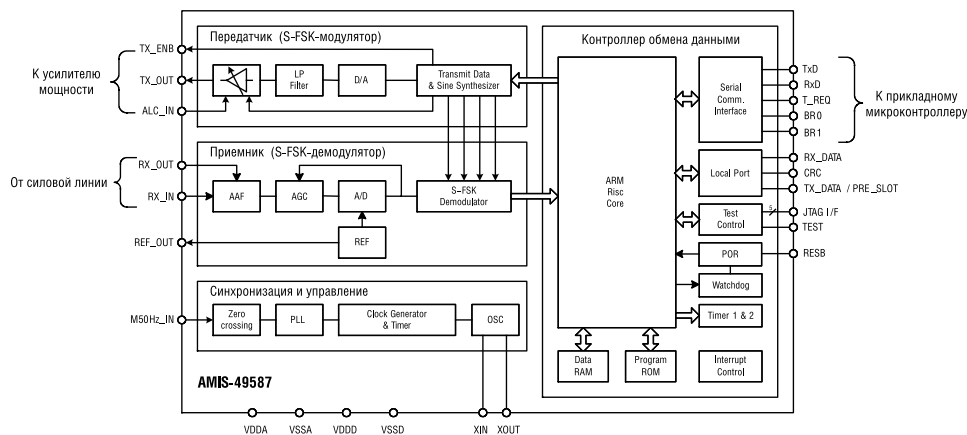


Рис. 3. Блок-схема S-FSK модема AMIS-49587

применением является счетчик электроэнергии с PLC-модемом.

• Вспомогательные режимы:

– Камеры наблюдения (Spy) или слежения (Monitor). В режиме наблюдения (Spy) или слежения (Monitor) используется только прослушивание данных, проходящих по силовой сети. При этом проверяется только корректность фрейма физического уровня. Если фрейм не содержит ошибок, то он без изменений передается внешнему процессору.

– Режим тестирования. Используется для проверки соответствия PLC-модема спецификации CENELEC. EN 50065-1 посредством непрерывной широкополосной передачи частот  $f_s$  или  $f_m$ .

**Функциональное описание**

На рисунке 3 показана блок-схема S-FSK модема AMIS-49587.

**Передатчик.** Передатчик AMIS-49587 подготавливает сигнал обмена данными, который затем отправляется в передающий канал во время фазы передачи. Блок подключается к усилителю мощности, который инжектирует выходной сигнал в силовую сеть через двухпроводную линию.

**Приемник.** Перед преобразованием аналоговый сигнал, поступающий из силовой сети через двухпроводную линию для предотвращения эффектов наложения, проходит через ФНЧ. После этого уровень сигнала автоматически выравнивается блоком автоматического управления усилением (AGC). Эта операция максимально расширяет динамический диапазон входного сигнала, который затем поступает на вход сигма-дельта преобразователя. С этого момента дальнейшая обработка данных осуществляется в цифровой форме. С помощью использования соответствующего аппаратного обеспечения выполняется непосредственная квадратурная демодуляция. Затем демодулированный в основном частотном диапазоне сигнал проходит через ФНЧ, чтобы уменьшить уровень шумов и перекрестных искажений.

**Синхронизация и управление.** В соответствии со стандартом IEC-61334-5-1 передача кадра данных происходит в тот момент, когда напряжение в силовой сети пересекает нулевой уровень (рис. 4). Для определения начала восстановления информации выполняется детектирование этого момента. Более точной синхронизации можно достичь, используя фазовую автоподстройку частоты (ФАПЧ), для стабилизации которой используется кварцевый генератор. Необходимая тактовая частота формируется делителем с переменным коэффициентом деления. Здесь же содержатся схемы поддержки, состоящие из необходимых для создания опорного напряжения АЦП- и ЦАП-модулей, токов смещения и ячеек датчиков напряжения питания.

**Контроллер обмена данными.** Блок управления обмена данными состоит из ARM-микроконтроллера и его периферии: RAM, ROM, UART, таймера и схемы сброса при включении (POR). Большинство инструкций выполняется за один цикл тактовой частоты. МК содержит необходимое аппаратное обеспечение для реализации механизма прерываний, таймеров и может за один цикл выполнять операцию умножения байтов. Он запрограммирован для поддерж-

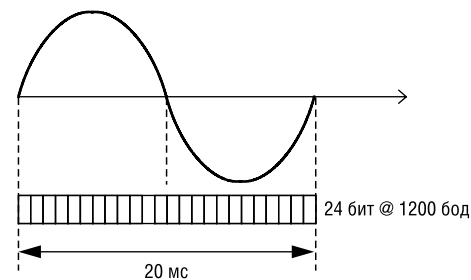


Рис. 4. Синхронизация потока данных с частотой сети (пример для 50 Гц)

ки физического и MAC-уровня согласно IEC 61334-5-1. Программа хранится в масочном ПЗУ. ОЗУ содержит пространство, необходимое для обработки рабочих данных. Связь с внешним прикладным МК реализована на базе блока последовательного интерфейса обмена данными SCI (Serial Communication Interface), который также служит для конфигурирования модема.

**Локальный порт.** Для индикации состояния обмена по PLC контроллер использует три выходных линии. Сигнал RX\_DATA показывает на прием данных или состояние ожидания AMIS-49587 для синхронизации или конфигурирования. Сигнал CRC означает, что принятый фрейм не содержит ошибок (CRC = OK). Сигнал TX\_DATA/PRE\_SLOT служит либо выходом для передаваемых данных (TX\_DATA), либо для сигнала синхронизации временных интервалов (PRE\_SLOT).

**Последовательный интерфейс обмена данными.** Локальный обмен данными происходит в полудуплексном синхронном режиме с использованием входа (Rx/D) и выхода (Tx/D) передачи данных. Вход T\_REQ используется для управления локальным обменом с прикладным МК. Скорость обмена выбирается с помощью выводов BR0, BR1, ко-

от цифрового тракта



Рис. 5. Аналоговый тракт приемника

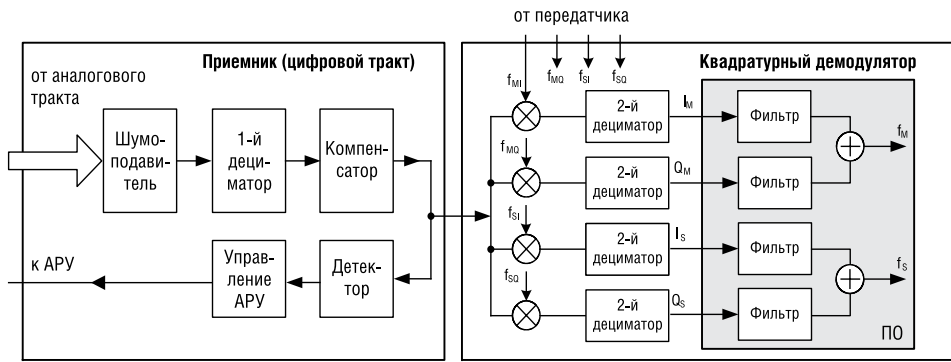


Рис. 6. Цифровой тракт приемника, АЦП и квадратурный демодулятор

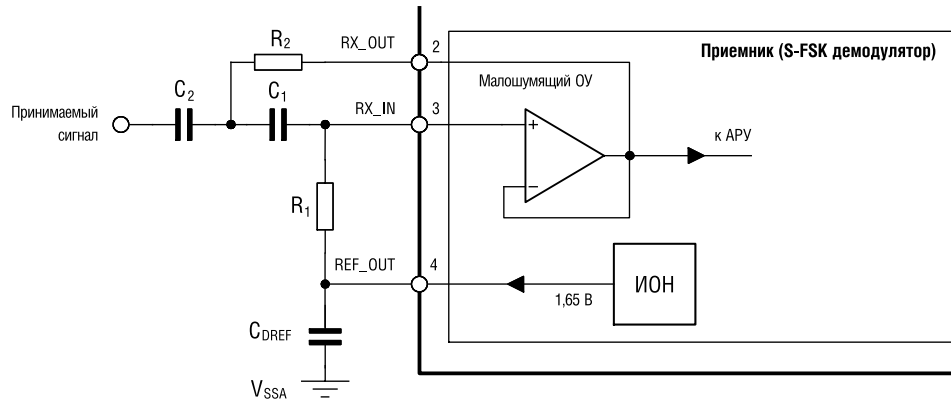


Рис. 7. Подключение внешних компонентов для получения режекторного фильтра на 50/60 Гц

торые начинают функционировать сразу после сброса AMIS-49587.

**Приемный тракт**

**Блок-схема приемника.** На приемник (рис. 5, 6) поступает сигнал с пары проводов, затем он фильтруется и демодулируется в поток данных для системы управления обменом данными. Рабочий режим и скорость обмена данными определяется содержимым регистров R\_CONF, R\_FS и R\_FM. Сначала принятый сигнал проходит через ФВЧ, поэтому первая ступень AMIS-49587 выполнена на малошумящем операционном усилителе. Далее сигнал подается на усилитель с АРУ, который преобразует несимметричный входной сигнал в дифференциальный выходной. Далее расположен ФНЧ и сигма-дельта преобразователь. Квадратурную демодуляцию  $f_s$  и  $f_m$  выполняет ARM-микроконтроллер, который также выделяет биты и формирует из них кадры.

**Режекторный фильтр на частоту 50/60 Гц.** На входе приемника AMIS-

49587 установлен малошумящий усилитель в режиме повторителя. Вывод RX\_IN является неинвертирующим входом, вывод RX\_OUT – выходом усилителя. Вывод REF\_OUT можно использовать как аналоговую землю (1,65 В) для внешних схем. Усилитель можно использовать для построения режекторного фильтра, который будет вырезать частоту силовой сети 50/60 Гц из принимаемого сигнала.

Характеристика фильтра задается номиналами внешних резисторов и конденсаторов. Типовые значения их величин представлены в таблице 2. Для указанных значений можно получить ослабление сигнала частотой 50 Гц на 85 дБ. На рисунке 7 показана схема подключения внешних компонентов. В типовом включении вторичная обмотка переходного трансформатора совместно с подключенным параллельно с ней конденсатором образуют дополнительный ФВЧ с ослаблением 60 дБ. Совместное действие двух фильтров ослабляет уровень напряжения сети 230 В до значения, приемлемого для AMIS-49587.

**Блок АРУ (AGC).** Приемный тракт имеет ступень, в которой используется АРУ. Шаг усиления составляет 1 дБ, всего имеется восемь ступеней усиления. Управление АРУ осуществляется цифровой схемой, которая измеряет уровень сигнала после АЦП и поддерживает значение выходного сигнала вблизи полной шкалы преобразования.

АРУ работает в два шага: цикл измерения, начинающийся со спадающего фронта CHIP\_CLK, и цикл регулирования, начинающийся со следующего нарастающего фронта CHIP\_CLK.

**Малозумящий сглаживающий фильтр.** В сигнальном тракте приемника имеется аналоговый ФНЧ третьего порядка. Этот фильтр фактически является тем же самым блоком, что и ФНЧ передатчика, но их работа разделена во времени, поскольку AMIS-49587 работает в полудуплексном режиме. Фильтр имеет схему управления постоянной времени RC. ARM-микроконтроллер управляет значением емкости C. При переключении между приемом и передачей менять настройку фильтра не требуется.

**АЦП.** С выхода ФНЧ сигнал подается на дельта-сигма преобразователь четвертого порядка. опорное напряжение для АЦП подается с внутреннего ИОН. С цифрового выхода конвертера сигнал поступает на схему шумоподавления, которая ослабляет частоту дискретизации и осуществляет прореживание сигнала по алгоритму sinc5 и его компенсацию.

**Квадратурный детектор.** В блоке квадратурного детектора сигнал с АЦП смешивается с квадратурными сигналами с частотами модуляции  $f_s$  и  $f_m$ . После прохождения ФНЧ и выпрямления выходной сигнал с миксера подается на процессор. А после усреднения данных за период CHIP\_CLK на выходе дискриминатора появляются данные с логическим уровнем «0» или «1».

**Контролер обмена данными.** Блок контролера обмена данными (рис. 8) состоит из 32-разрядного RISC с архитектурой ARM, работающего в 16-разрядном режиме Thumb, и его периферийных модулей: ОЗУ данных, ПЗУ программ, таймеры Timer 1 и 2, контролер прерываний, система самотестирования, WDT и POR, I/O-порты и интерфейс SCI. Микропроцессор запрограммирован для поддержки физического и MAC-уровня в соответствии с IEC 61334-5-1. Программа хранится в масочном ПЗУ. ОЗУ содержит необходимое для запоминания рабочих данных пространство. Внешний интерфейс состоит из локального порта и блока SCI. Этот интерфейс используется для обмена данными с прикладным МК (реализующим уровень приложения для концентратора, счетчика электроэнергии и т.п.) и для конфигурирования модема.

**Локальный порт.** Контроллер использует три выходных линии, чтобы сообщать о текущем состоянии PLC-обмена. Сигнал RX\_DATA активен, если AMIS-49587 ждет конфигурирования или находится в процессе синхронизации или принимает данные. Сигнал CRC активен, если принятый кадр не

Таблица 2. Номиналы элементов режекторного фильтра для частоты 50 Гц

Элемент	Номинал
C1, нФ	1,5
C2, нФ	1,5
CDREF, мкФ	1
R1, кОм	22
R2, кОм	11

содержит ошибок: контрольная сумма (CRC) правильна. Сигнал TX\_DATA/PRE\_SLOT является выходом либо для передаваемых данных (TX\_DATA), либо сигнала синхронизации с временными интервалами (PRE\_SLOT).

**Работа с модемом AMIS-49587**

На рисунке 9 изображен пример типичной PLC-сети с одним ведущим (master) и двумя ведомыми (slaves) устройствами. Каждая микросхема AMIS-49587 управляется внешним CPU через интерфейс RS-232.

Последовательность работы AMIS-49587 в PLC-сети следующая:

- Получить состояние AMIS-49587;
- Сконфигурировать AMIS-49587;
- Отправить и получить данные по сети с помощью AMIS-49587;
- Получить данные о производительности и статистику обмена данными из AMIS-49587.

**Конфигурации AMIS-49587**

Модем AMIS-49587 может работать в четырех различных конфигурациях:

- Ведущий (Master) или Клиент (Client). Ведущий – это клиент для данных, передаваемых одним или несколькими ведомыми, расположенными на силовой линии. Он собирает данные с ведомых устройств и управляет ими.
- Ведомый (Slave) или Сервер (Server). Ведомый (Slave) является сервером данных для Ведущего (Master).

• Наблюдатель (Spy) или Монитор (Monitor). Режим используется только для прослушивания данных, передающихся по силовой сети. Проверяется только наличие ошибок во фрейме физического уровня (преамбула и SSD, рисунок 10). Если фрейм не содержит ошибок, то он передается внешнему процессору.

- Не сконфигурирован. После сброса AMIS-49587 не принял ни одной команды конфигурации. Обмен данными по силовой сети невозможен. В этом состоянии AMIS-49587 находится после аппаратного сброса или после отработки команды сброса.

Каждый режим имеет собственные параметры конфигурации и набор команд.

**Получение информации о состоянии модема**

В отличие от всех других команд, передаваемых через последовательный интерфейс, сообщение об AMIS-49587 отображает только состояние аппаратной части модема. Для получения сообщения о состоянии модема внешний CPU должен установить на его выводе T\_REQHW низкий логический уровень.

При отправке внешним микроконтроллером команды в AMIS-49587 для

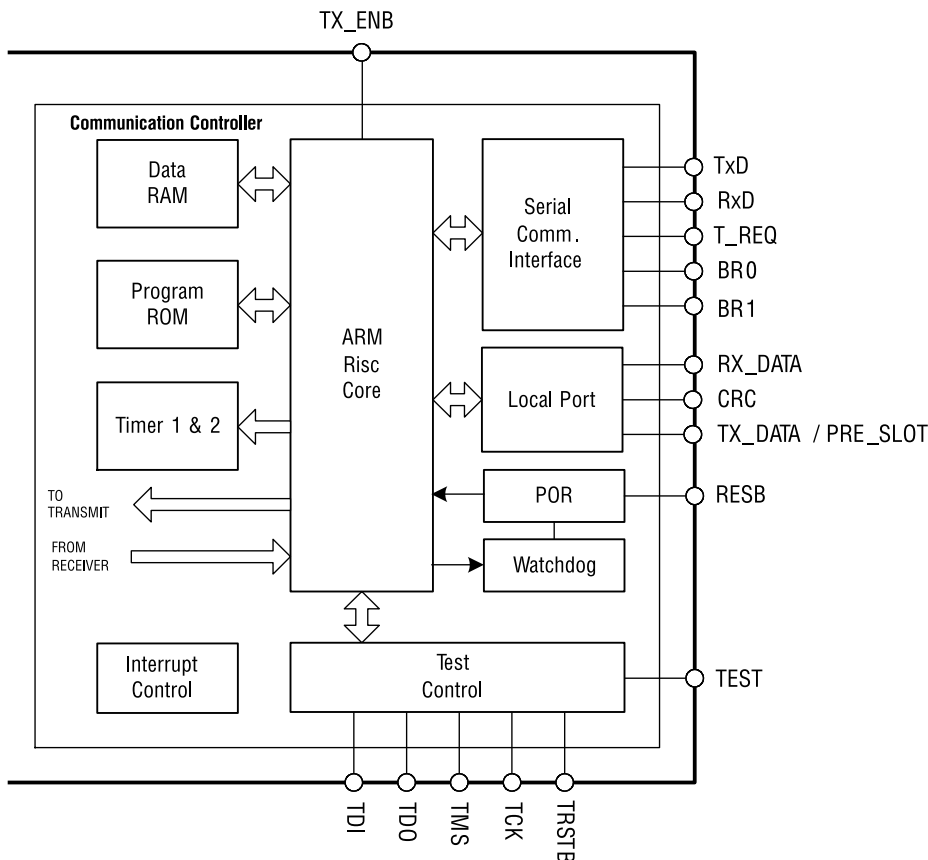


Рис. 8. Контролер обмена данными

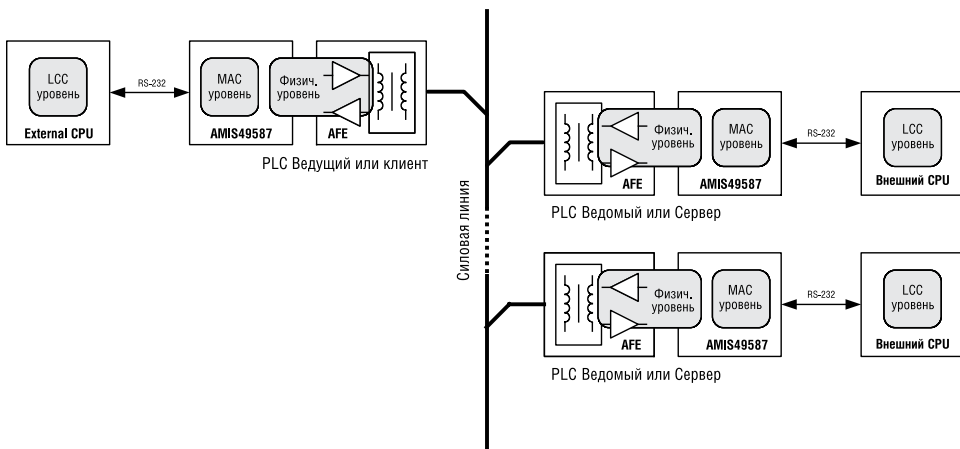


Рис. 9. Типовая архитектура PLC-сети

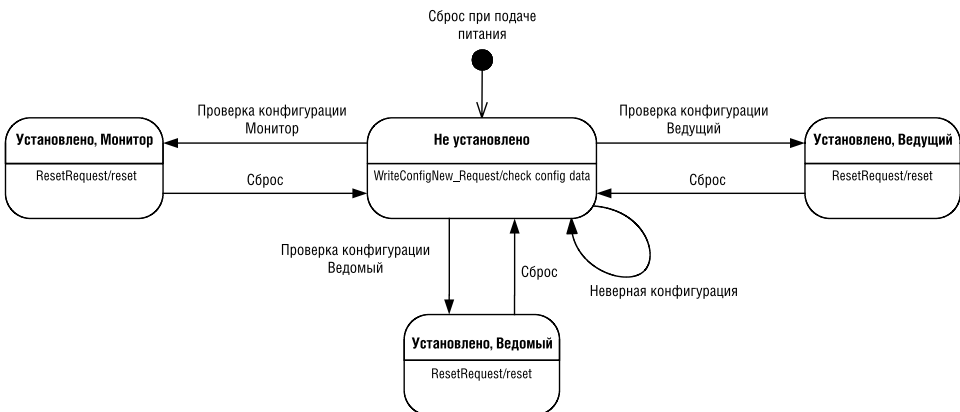


Рис. 10. Диаграмма состояний PLC-модема

Таблица 3. Описание полей кадра состояния

Поле	Длина, Байт	Значение	Описание
НАЧАЛО	1	3Fh	Символ «?», указывает на начало сообщения о состоянии.
Данные_о_состоянии	4	Байтовая строка	4 Бита, кодирующие различные биты состояния

Таблица 4. Описание полей кадров конфигурирования модема и обмена данными

Поле	Длина, Байт	Значение	Описание
<STX>	1	02h	Начальный текстовый разделитель
Длина	1	03h .. 250	Общая длина полей Команда, Польз_Данные и СНК.
Команда	1	00h .. FEh	Код команды
Польз_Данные	0...247	Байтовая строка	От нуля до 247 Байт данных.
СНК	2	0000h .. 65535	Контрольная сумма локального фрейма – это результат сложения элементов фрейма от поля «Длина» до последнего байта «Пользовательских данных» или до байта «Команды». СНК передается в формате младшим байтом вперед (LSB first).

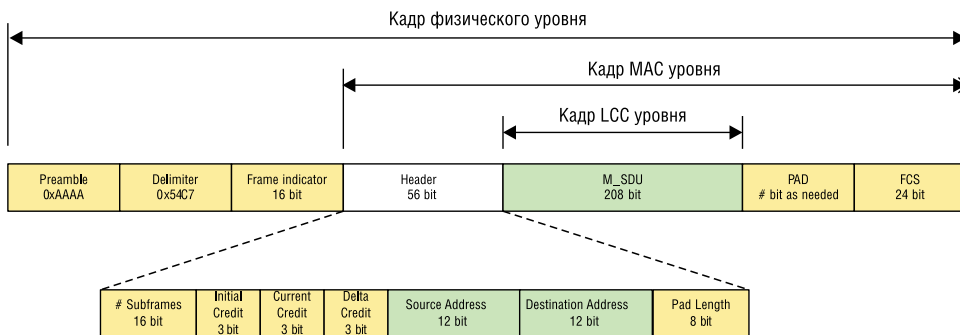


Рис. 11. Структура кадра данных в соответствии с IEC 61334-5-1

получения информации о состоянии модема на выводе T\_REQHW должен присутствовать низкий логический уровень. Очередную команду можно послать только в том случае, если сообщение о состоянии модема указывает на то, что буфер не находится в ожидании.

Микросхема AMIS-49587 является мастером на последовательной шине обмена с внешним микроконтроллером и требует специального запроса для получения доступа к шине.

Формат поля «Данные\_о\_состоянии» сообщения о состоянии зависит от

текущей конфигурации AMIS-49587 (не определена, ведомый, ведущий или монитор) (см. таблица 3).

**Передача и прием данных по сети с помощью AMIS-49587**

Кадры обмена данными одинаковы для режимов RX и TX и отличаются от формата фрейма состояния (см. табл. 4).

Передача данных должна быть реализована с учетом требований IEC 61334-5-1. Уровень MAC реализуется AMIS-49587, логический уровень (LLC) должен реализовываться внешним процессором.

На рисунке 11 показано, как микросхема AMIS-49587 создает полный кадр физического уровня (PLF) из кадра уровня доступа к среде (MLF), который инкапсулирует кадр логического уровня (LLCLF), передаваемый внешним процессором.

Согласно стандарту IEC 61334-5-1 максимальный размер кадра MAC-уровня может составлять только 38 Байт. Максимально допустимое для AMIS-49587 количество байт в одной команде передачи – 242 Байта. Микросхема AMIS-49587 может разбить эти 242 Байта, поместив в них полные кадры для передачи в линию.

Поля «Frame Indicator» и «Number of the subframe» при отправке MAC-фрейма внешнему процессору опускаются, поскольку они не содержат полезной информации на LLC-уровне.

**Микросхемы PLC-модемов компании STMicroelectronics**

Продукция STMicroelectronics представлена как PLC-модемами **ST7538/ST7540**, так и законченными «системами-на-кристалле» (SoC) **ST7570/ST7580/ST7590**, в состав которых входит PLC-модем и MAC-контроллер.

Для сравнения кратко рассмотрим микросхемы ST7570/ST7580/ST7590, предназначенные для узкополосной передачи данных (в диапазонах CENELEC A, B и C) по силовым сетям (в соответствии с EN50065 и FCC part 15). В их состав входят:

- Блок аналогового ввода-вывода (AFE), состоящий из высокочувствительного приемника с АЦП, передатчика с ЦАП и драйвера линии с датчиком температуры и ограничением тока. Усилитель мощности драйвера имеет напряжение питания 8...18 В и обеспечивает размах выходного напряжения 14 В при токе 1 А.

- Процессор РНУ-уровня с DSP-ядром, ПЗУ программы и ОЗУ (ПЗУ для ST7590) данных.

- Контролер протокола MAC-уровня с ядром 8051, SPI-контроллером внешней flash-памяти, контроллером внешней ОЗУ (ST7590), аппаратным блоком

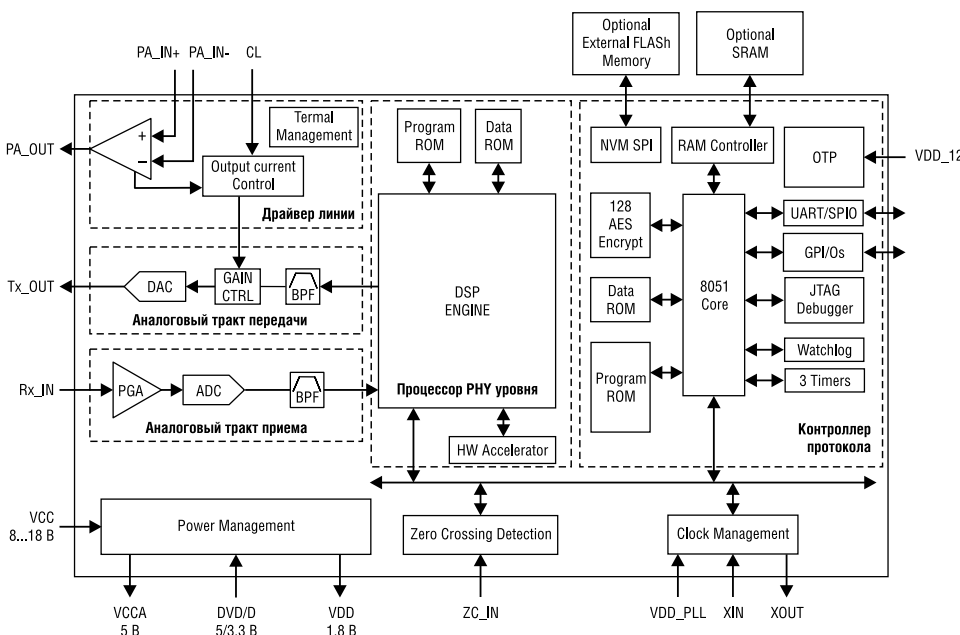


Рис. 12. Блок-схема ST7590

Таблица 5. Основные параметры ST7570/ST7580/ST7590

	ST7570	ST7580	ST7590
<b>DSP-ядро</b>			
<b>Модуляция/ скорость обмена</b>	S-FSK/2.4 кБод	B-FSK/9.6 кБод BPSK, QPSK, 8PSK/28.8 кБод	OFDM/128 кБод BPSK, QPSK, 8PSK
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Гц шаг сетки частот</li> <li>• Оценка соотношения с/ш</li> <li>• Индикатор силы принимаемого сигнала</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Двухканальный режим работы</li> <li>• Кодирование с коррекцией ошибок путем свертки</li> <li>• Оценка соотношения с/ш</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 97 субчастот в CENELEC A диапазоне</li> <li>• Кодирование путем свертки и декодирование по Витерби</li> <li>• Оценка соотношения с/ш</li> <li>• PRIME-совместимый PHY</li> </ul>
<b>Ядро 8051</b>			
	Совместим с IEC 61334-5-1 PHY и MAC	ПЗУ с программой поддержки стандартных протоколов	PRIME-совместимый уровень MAC и IEC 61334-4-32 совместимый уровень обмена данными
<b>Периферия 8051</b>			
<b>Внешний интерфейс</b>	UART		UART/SPI
<b>WDT</b>	–	+	+
<b>16-разрядные таймеры</b>	–	3	3
<b>GPIO</b>	–	1	10
<b>JTAG</b>	+	+	+

128-разрядного AES-шифрования и рядом стандартных периферийных модулей.

Микросхемы ST7570/ST7580 имеют автоматическую синхронизацию по переходу напряжения силовой сети через ноль и пригодны для расширений стандарта протокола.

Напряжение питания цифровых линий I/O составляет 3,3/5 В. Напряжение питания микросхемы 8...18 В. Внутренний стабилизатор обеспечивает напряжения 1,8 В (для ядра 8051) и 5 В (для периферии).

Блок-схема ST7590 показана на рисунке 12, а основные отличительные особенности ST7570/ST7580/ST7590 приведены в таблице 5. Микросхемы ST7570/ST7580 отличаются от ST7590 отсутствием некоторых периферийных модулей.

**Заключение**

Микросхема AMIS-49587 компании ON Semiconductor представляет собой добротный PLC-модем общего назначения, предназначенный для решения

стандартных задач передачи информации по силовым линиям. Решения STMicroelectronics, обладая большей гибкостью, ориентированы на более сложные задачи, требующие модификации протоколов обмена данными.

Компания КОМПЭЛ является официальным дистрибутором ONSEMI и STMicroelectronics и может предоставить техническую поддержку, бесплатные образцы и возможность аренды любых отладочных средств с целью моделирования работы разрабатываемого устройства и оценки возможности применения рассмотренных в статье микросхем для решения конкретных задач.

**Список литературы**

1. ONSEMI. Модуляторы/демо-модуляторы. <http://www.onsemi.com/PowerSolutions/parametrics.do?id=73>
2. ONSEMI. AMIS-49587: Power Line Carrier Modem. <http://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=AMIS-49587>
3. MAXIM. Powerline Networking solutions. <http://www.maxim-ic.com/products/powerline/>
4. MAXIM. Powerline Communication (PLC) Modem [http://www.maxim-ic.com/solutions/smart-grid-comm/parts.mvp/scpk/3375/pl\\_pk/0](http://www.maxim-ic.com/solutions/smart-grid-comm/parts.mvp/scpk/3375/pl_pk/0)
5. STMicroelectronics. Power Line Transceivers. [http://www.st.com/internet/imag\\_video/subclass/923.jsp](http://www.st.com/internet/imag_video/subclass/923.jsp)

**ОДНОКРИСТАЛЛЬНЫЙ  
PLC-МОДЕМ  
AMIS49587**

- S-FSK-модуляция
- Программируемая несущая в диапазоне 9...95 кГц
- Полудуплексный режим передачи данных
- Внутренний ARM-микропроцессор
- Скорость передачи до 2400 бит/с
- Последовательный порт
- Большие расстояния связи
- Прохождение сигнала через трансформаторы

Москва  
Тел.: (495) 995-0901  
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург  
Тел.: (812) 327-9404  
Факс: (812) 327-9403

**Компэл**  
www.compel.ru

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: analog.vesti@compel.ru